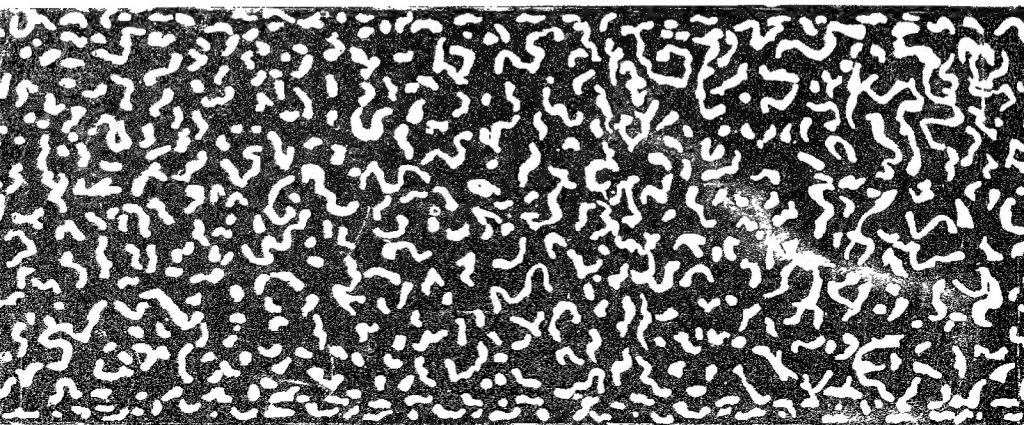


فلسفة العلوم الطبيعية



تأليف

كامل هبيل

ترجمة وتعليق

الدكتور جلال محمد موسى

مدرس الفلسفة بكلية آداب النجف

فلسفة العلوم الطبيعية

تأليف

الكارل هوبل

ترجمة وتعليق

الدكتور جلال محمد موسى

مدرس الفلسفة بكلية آداب المنيا

تقديم

الدكتور محمد علي أبو رياح

رئيس قسم الدراسات الفلسفية والاجتماعية

بكلية الآداب — جامعة الإسكندرية

١٩٧٦

الناشر

دار الكتاب اللبناني
ص.ب. ٣١٧٦ - بيروت

دار الكتاب المصري
ص.ب. ١٥٦ القاهرة

الطبعة الأولى ١٩٧٦

جميع الحقوق محفوظة للناشر

راہِ سدا

مالی زوجتی و مابنی

اعترافاً و تقدیراً

مقدمة المؤلف

يقدم هذا الكتاب إلماحة إلى بعض الموضوعات الرئيسية في المناهج المعاصرة وفلسفة العلوم الطبيعية . ولكي أفي بمقتضيات المساحة المتاحة تناوأت عدداً محدوداً من الموضوعات الهامة بشيء من التفصيل أخرى من محاولة القيام بمسح شامل لمدى واسع من الموضوعات . وعلى الرغم من أن هذا الكتاب أولى في طابعه إلا أنني نشدت تجنب التبسيط للضلل . وأشرت إلى العديد من الموضوعات التي لم أجد حلاً من بين موضوعات البحث والمناقشة الجارية . القراء الذين يرغبون في تحرى المسائل موضع البحث هنا يتألم أكثر . أوفى التعرف بأنفسهم على غيرها من المجالات المشكلة في فلسفة العلم يجدون مقترحات بمزيد الاطلاع في القائمة المختصرة المثبتة في خانة الكتاب .

إن جزءاً أساسياً من هذا الكتاب تم سنة ١٩٦٤ وفي الشهور الأخيرة من السنة التي قضيتها كزميل في مركز الدراسات المتقدمة في العلوم السلوكية . وإلى لأشعر بالسعادة في التعبير عن تقديري لهذه المناسبة .

وأخيراً أبعث بشكري إلى محرري هذه السلسلة اليزابيث ومونرو يوردزلى لنصائحهم القيمة وإلى جيروم نيوم لمساعدته المثمرة في قراءة البراهين وإعداد الفهرست .

تقديم الاستاذ الدكتور

محمد على أوريان

رئيس قسم الدراسات الفلسفية والاجتماعية

كلية الآداب - جامعة الإسكندرية

اطلعت منذ البداية على بعض المؤلفات في سلسلة « أسس الفلسفة »
للأخوين الميزاييث ومونزو بيردزلى ورأيت أنها كادت أن تحيط بفروع
المعرفة . فقد ديجتها أقلام الصفة الممتازة من العلماء والفلاسفة المعاصرين
ولكننى أشقت حقاً على مترجم الكتاب من الإقدام على هذا العمل لما
يحتويه مؤلف هبيل من صعوبات فنية ولغوية . فما لا شك فيه أن المؤلف
من أقطاب الوضعية المنطقية ومن يتصدرون قائمة المشتغلين بالمنطق وفلسفة
العلوم المعاصرة .

لقد ناقش في كتابه الأسس الصورية لصياغة التصورات في العلوم
الامبريقية وأخذ بوجهة النظر القائلة بالتحليل المنطقى لألفاظ اللغة . لقد
حدد للبحث العلمى حدوداً لا يتجاوزها أجلبها في مصطلحى الاختراع

والاختبار للفروض العلمية ولذلك دارت دراسته بمجملها حول منهج الفروض .

وخصص فصلا من فصول كتابه الثمانية لاختبار الفروض من حيث منطقها وقوتها التفسيرية . فجعل الاختبارات تجريبية وغير تجريبية وحاسمة وعينية ومقبولة . ولما كانت قضية التأييد والتفنيد للفروض هامة في البحث العلمى أخذ يناقش دور البينات والشواهد الإيجابية والسالبة . ولم يكتف بذلك . بل جعل لتنوع البينات وكهما دورا في مجال الصدق والكذب التجريبيين . ولما كان الفرض أخصب أجزاء المنهج العلمى ودوره في التفسير لا ينكر أفاض المؤلف القول في التفسيرات وأنواعها ودور القوانين والنظريات العلمية في مجال التفسير . ولم يحد فارقا بين الصورة المنطقية للتفسير والتنبؤ والاختبار إلا من حيث موقفنا نحن من هذه الصورة . وفي هذا الصدد عرج المؤلف على المشكلات الراهنة في مجال المناهج فأثار قضية رد علم الأحياء إلى علم الفيزياء والكيمياء . وكذلك قضية رد علم النفس إلى علم وظائف الأعضاء . وأورد المؤلف في خاتمة كتابه نماذج ممثلة للمجانسات المنطقية والمنهجية القائمة بين العلوم الطبيعية والاجتماعية .

ونظرا لأن مشكلات العلوم الاجتماعية يعالجها مجلد آخر ضمن مجلدات هذه السلسلة «أسس الفلسفة» لم يشأ المؤلف تفصيلا للمسائل الخاصة بالقابلية للرد فيما يتعلق بالعلوم الاجتماعية . لقد شرع مترجم الكتاب فعلا في إعداد

(ط)

المجلد الخاص بفلسفة العلوم الاجتماعية لمؤلفه ريتشارد راندر للطبع . وهو الآن يصدد الانتهاء من ترجمة « فلسفة الرياضيات » لمؤلفه ستيفن باركر ضمن هذه السلسلة ليسد بذلك فراغا في المكتبة العربية فما أحوجنا إلى الترجمات في هذا المجال بالذات (فلسفة العلوم) للانطلاق في مرحلة مقبلة إلى المؤلفات المستقلة .

د . محمد علي أبو ريان

مقدمة الناشر

ان الكثير من مشكلات الفلسفة وثيق الصلة باهتمامات الانسان إلى حد أن امتداداتها الممتدة تظل ماثلة في الحاضر دوماً بصورة أو بأخرى . ورغم أن هذه المشكلات تظل على مجرى الزمن مرتبطة بالبحث الفلسفي إلا أنها قد تتكون بحاجة إلى أن تكون موضوعاً للفكر في كل عصر على ضوء معرفة هذا المضمر العلمية الواسعة وخبرته الأخلاقية والدينية العميقة . وربما أمكن الوصول إلى حلول أفضل عن طريق مناهج أكثر دقة وصرامة . ومن ثم فإن على المرء الذي — يحاول الاقتراب من دراسة الفلسفة على أمل أن يفهم أفضل ما يمكن أن تقدمه الفلسفة يابئى عليه أن يبحث عن النتائج الأساسية والنتائج المعاصرة للعلم معاً . تهدف سلسلة «أسس الفلسفة» التي دجبت بأقلام صفوة عماتة من الفلاسفة إلى أن تعرض بعضاً من المشكلات الرئيسية في مختلف ميادين الفلسفة كما تبدو في المرحلة الراهنة من تاريخ الفلسفة . وبينما يميل البعض إلى عرض مجالات معينة للفلسفة في معظم كتب المقدمات الفلسفية فإننا نجد مناهج الدراسة تختلف في معاهد الدراسة اختلافاً واسعاً في التأكيد على أهمية بعض هذه المجالات دون غيرها وكذلك تختلف في منهج التعليم وفي معدل التقدم في الدراسة . ولا بد للمعلم من أن تكون له حرية التعبير في طريقة ترتيب دروسه وفقاً لاهتماماته الفلسفية

وبحسب أحجام الفصول وترتيبها وكذلك لأن مطالب طلابه تختلف من سنة إلى أخرى . وهذه المجموعة التى تتألف من ثلاثة عشر كتاباً فى سلسلة أسس الفلسفة إنما تعد العلم بمادة مرنة بطريقة جديدة . وهو بدوره يمكن له أن يضع كتابه المدرسى بالتأليف بين عدة أجزاء منها حسبما يترأى له . ويمكن له أيضاً أن يختار تأليفات مختلفة منها فى مراحل مختلفة . وبينما نجد أن كل كتاب فى هذه المجموعة مكتمل فى ذاته إلا أنه مكمل للآخرين . وتلك الأجزاء التى لا تستخدم فى دروس المقدمات الفلسفية ستظهر قيمتها فى النصوص الأخرى أو مختارات — للقراء فى مستويات الدروس العليا الأكثر تخصصاً فى الفلسفة .

الفهرس

الصفحة	الموضوع
٢	إهداء
٨	مقدمة للمؤلف
ز	تقديم الأستاذ الدكتور / محمد علي أبو ريان
ك	مقدمة الناشر
١	١ - نطاق وهدف الكتاب
٢	٢ - البحث العلمى
٢	— الاختراع والاختبار
٢	— حالة من التاريخ كمثال
٧	— خطوات أساسية فى اختبار الفرض
١٢	— دور الاستقراء فى البحث العلمى
٢٦	٣ - اختبار الفرض العلمى منطقته وقوته
٢٦	— الاختبارات التجريبية واللائجرىبية
٣١	— دور الفروض المساعدة
٣٧	— الاختبارات الحاسمة
٤٢	— الفروض المينية
٤٥	— قابلية الاختبار من حيث المبدأ والمحتوى الامبرىقى

الصفحة	الموضوع
٤٨	٤ - محك التأييد والقابلية للاختبار
٤٨	— الكمية ٢٩٣
٤٨	— التنوع والتحديد في البيانات
٥٤	— التأييد بواسطة لزومات اختبارية جديدة
٥٧	— التأييد النظري
٦٠	— البساطة
٦٧	— احتمالية الفروض
٧٠	٥ - القوانين ودورها في التفسير العلمى
٧٠	— مطلبان أساسيان للتفسيرات العلمية
٧٠	— التفسير الاستنباطى وفق النواميس
٨	— القوانين الكلية والتعميمات العرضية
٨٠	— أصول التفسير الاحتمالى
٩٠	— الاحتمالات الإحصائية والقوانين الاحتمالية
١٠٣	— السمة الاستقرائية للتفسير الاحتمالى
١٠٧	٦ - النظريات والتفسيرات النظرية
١٠٧	— السمات العامة للنظريات
١١٠	— المبادئ الكامنة والمبادئ المحدودة
١١٥	— الفهم النظرى
١١٨	— الكيانات المفترضة
١٢٦	— التفسير والرد إلى المؤلف

(ص)

الموضوع	الصفحة
٧ - تكوين المفاهيم	١٢٨
- التعريفات	١٢٨
- التعريفات الإجرائية	١٣٣
- المحتوى الامبريقي والمنهجى للتصورات العلمية المسائل	
عديمة المعنى إجرائيا	١٤٧
- طابع القضايا التفسيرية	١٤٩
٨ - الرد النظري	١٤٤
- قضية المذهب الحيوى الميكانيكى	١٥٤
- رد المصلحات	١٥٧
- رد القوانين	١٥٩
- المذهب الميكانيكى الجديد	١٦٢
- در العلوم السلوكية	١٦٣
- قائمة المراجع	١٧١
- التعليقات والنقد	١٧٥

١ - نطاق وهدف الكتاب :

يمكن أن تنقسم الفروع المختلفة للبحث العلمى إلى مجموعتين رئيسيتين :
العلوم الامبريقية ومجموعة العلوم غير الامبريقية - الأولى تسمى نحو
الكشف والوصف والتفسير والتنبؤ بالحوادث فى العالم الذى نعيش فيه
ولذلك لا بد من فحص قضاياها بمقابلتها بوقائع من خبرتنا تكون مقبولة فقط
إذا أبدتها بيئة من البيانات تأييداً صحيحاً ويمكن الحصول على مثل هذه
البيانات بطرق مختلفة . بالتجربة ، الملاحظة المنهجية المنظمة ، بالمقابلات أو
السوح ، بالاختيار الفسيولوجى والاكلينيكى ، بالفحص الدقيق للوثائق
والنقوش والكتابات والمخلفات الأثرية بوجه عام .

هذا الاعتماد على البيئة يميز العلوم الامبريقية من المباحث غير الامبريقية
فى المنطق والرياضيات البحتة . تلك التى تثبت قضاياها دون إشارة ضرورية
إلى نتائج تجريبية .

والعلوم الامبريقية تنقسم بدورها إلى العلوم الطبيعية والعلوم الاجتماعية .
معيار هذا التقسيم أقل وضوحاً بكثير من ذلك المعيار الذى يميز البحث
الامبريقى من البحث غير الامبريقى . وليس ثمة اتفاق عام أين يجب أن ترسم
بالتحديد الخط الفاصل بينهما . وعادة ما تفهم العلوم الطبيعية على أنها تشمل
الطبيعات والكيمياء والأحياء وما يتأخها من مجالات البحث ، وتؤخذ
العلوم الاجتماعية على أنها تشمل علم الاجتماع ، علم السياسة ، الأنثروبولوجيا ،
علوم الاقتصاد ، علم التاريخ وما يتعلق به من مباحث — وأحياناً ما ينسب

علم النفس إلى أحد الميادين وأحياناً إلى الآخر. وكثيراً ما يقال إنه يندرج في كليهما .

إن المسألة العالية التي يتمتع بها العلم اليوم لا شك راجعة إلى النجاح الهائل والانتشار السريع الذي بلغته تطبيقاته ، فلقد توصلت كثير من فروع العلم الأميريقي إلى التزود بأسس التكنولوجيا التي تضع نتائج البحث العلمي موضع الاستخدام وغالباً ما تزود البحث المجرد بمعطيات جديدة أو بأدوات جديدة للفحص والاختبار .

وإذا كان العلم يلبي دافماً ملحاً لدى الإنسان هو رغبته في تحصيل أوسع وفهم أعمق للعالم الذي يعيش فيه فسنعرض موضع الاعتبار كيف تتحقق الأهداف الرئيسية للبحث العلمي . سنفحص كيف تتوصل إلى المعرفة العلمية . كيف تنمّأ كد ، كيف تتغير ، وكذلك كيف يفسر العلم الوقائع الأميريقية وأى نوع من الفهم يمكن لتفسيراته أن تعطينا إياه . وسنتحسب بعضاً من المشكلات الأكثر عمومية ، تلك المشكلات المتصلة بالمسلمات وبمحدود البحث العلمي والمعرفة العلمية والفهم العلمي .

٢ - البحث العلمي - الاختراع والاختبار :

ولنبداً بمحدود البحث العلمي . لنشرح معنى الاختراع والاختبار في البحث العلمي .

٢ - ١ ولتأخذ تاريخ حالة كشال :

لنتناول دراسة إجناز سيميلوز الطبيب الجري لحي الفاس ك تصوير بسيط لبعض الأوجه الهامة للبحث العلمي .

أجرى سيميلوز هذه الدراسة في مستشفى فيينا العام من سنة ١٨٤٤ إلى

سنة ١٨٤٨ م فهو كمعوض في الهيئة الطبية لقسم الولادة بالمستشفى أفجمه أن يجد نسبة كبيرة من النساء اللاتي وضعن مواليدهن في ذلك القسم أصبن بمرض خطير وغالباً مميت معروف بأنه حي الولادة أو حي النفاس في سنة ١٨٤٤ توفي بهذا المرض أكثر من ٢٦٠ حالة من الحالات البالغ عددها ٣١٦٧ أى بنسبة ٨٢ في المائة وفي سنة ١٨٤٥ كانت نسبة الوفيات ٧٦ في المائة وفي سنة ١٨٤٦ كانت ١١٤ في المائة وكانت هذه الأرقام أكثر إزعاجاً لأنه في قسم الولادة الثاني الملحق بنفس المستشفى والذي استوعب تقريباً عدداً من الحالات مماثلاً لحالات القسم الأول كان إجمالي نسبة الوفاة بسبب حي النفاس أقل بكثير من ٢٣٪ ، ٢٪ ، ١٧٪ على التوالي لنفس السنوات .

ويعصف سيملويز في كتابه الذي ألفه أخيراً عن أسباب حي النفاس وطرق الوقاية منها جهوداً لحل هذه المشكلة المويصة^(١) . لقد بدأ سيملويز بفحص مختلف التفسيرات التي كانت ذاتة في وقته . وطرح بعضاً من هذه التفسيرات باعتبارها غير متفقة مع الوقائع المؤسسة تأسيساً جيداً . وأخضع البعض الآخر للاختبار . فقد أرجعت إحدى وجهات النظر المتبولة على نطاق واسع الموت الفاجم عن حي النفاس إلى تأثيرات وبائية كانت

(١) ان قصة العمل الذي قام به سيملويز والصواب التي واجهها تصوخ صفحة خلاصة في تاريخ الطب . وثمة بيان تفصيلي وشروح يشتمل على ترجمات وشروح لآثار الكبير من كتابات سيملويز ، وورد في كتاب سن كلير « سيملويز حياته ومذهبه » مانستر أنجلترا مطبعة جامعة مانستر سنة ١٩٠٩ ، العبارات الوجيزة المختصة في العمل مأخوذة عن هذا العمل . وبيت الأجزاء المترجمة من حياة سيملويز في الفصل الأول من كتاب دي كربين . رجال كنفوا ضد الموت « نيويورك ، مؤسسة هاركوت بريس وارلد سنة ١٩٣٢ .

توصف وصفاً غامضاً باعتبار أنها تغييرات كونية - أرضية تنفشر في أقاليم
بأكملها وتسبب حمى النفاس .

وبنساءل سيملويز ولكن كيف أمكن لمثل هذه التفسيرات أن تنفشي في
القسم الأول لمدة سنوات ولم تنفشر بعد في القسم الثاني وكيف أمكن لهذه
الفظرية أن تتفق مع الحقيقة القائلة بأنه بينما الحى متفشية في المستشفى بصعب
أن تحدث حالة في مدينة فينا أو أجوارها . ان وباءاً حقيقياً مثل السكوليرا
لا يكون هكذا انتقائياً . ويلاحظ سيملويز أن بعضاً من النساء المقبولين في
القسم الأول ويمشن بعيداً عن المستشفى غلبهن الحماض على طريقتهم ووضعن
موالدهن في الشارع . ومع ذلك وبغض النظر عن هذه الظروف المؤلمة فإن
معدل الوفيات من حمى النفاس بين هذه الحالات من ولادة الشارع كان
أقل من الوفيات في القسم الأول . وبناء على وجهة نظر أخرى كان الازدحام
الشديد سبباً للوفاة في القسم الأول . ولكن سيملويز يشير إلى أن :

الازدحام في واقع الأمر كان أشد كثافة في القسم الثاني كنتيجة للجهود
اليائسة من المريضات لتجنب إبداعهن في القسم الأول السيء السمعة . يرفض
سيملويز أيضاً ظنين متماثلين كانا شائعين بملاحظة أنه ليس ثمة فروق بين
القسمين فيما يتعلق بالتغذية أو الرعاية العامة للمريضات .

وفي سنة ١٨٤٦ أُرجمت اللجنة التي عيّنت لبحث المشكلة تنفشي المرض
في القسم الأول إلى الأضرار الناجمة عن الفحص الحشن لطلبة الطب الذين
كانوا يتلقون تدريبهم على للقبالة (التوليد) في القسم الأول . ويلاحظ
سيملويز في رفضه لوجهة النظر هذه :

(١) الأضرار الناجمة بصورة طبيعية عن عملية الولادة أكثر من تلك

التي يمكن أن يسببها الفحص الخشن .

(ب) ان المولدين (القابلين) الذين تلقوا تدريبهم في القسم الثاني فعصوا مريضاتهم بنفس الطريقة ولكن بدون نفس الآثار المرضية .

(ج) وفي إجابته على تقرير اللجنة حين نُصِّف عدد طلبة الطب وقلت فحوصهم للنساء لأدنى حد عاد معدل الوفاة بعد انخفاض طفيف وارتفع إلى أعلى المستويات عن ذى قبل .

وقد جرت محاولات تفسيرات ميكولوجية متعددة . فقد لاحظ أحدكم أن القسم الأول كان منظلاً بحيث أن قسيساً يحمل سر القديس الأخير إلى امرأة تلفظ آخر أنفاسها كان عليه أن يمر خلال خمسة عتابر قبل أن يصل إلى حجرة المريضة .

ان مظهر القسيس يتقدمه خادم يحمل جرماً قائماً ليترك أثراً مقزعا موهنا المريضات في العتابر . وذلك لجلهن أكثر تعرضاً لاحتمال أن يكن من ضحايا حي النفاس وفي القسم الثان كان هذا العام المولم غائياً . إذ لما كان للقسيس أن يتخذ مسلكاً مباشراً إلى حجرة المريضة قرر سيموليز أن يختبر هذا الظن . فأقم القسيس أن يأتي بطريق دائر ودون قرع الجرس لكي يصل إلى عتبر المريضة بهدوء ودون أن يلاحظه أحد . ولكن معدل الوفاة في القسم الأول لم ينخفض . وقد خطرت لسيموليز فكرة جيدة . فقد لاحظ أنه في القسم الأول كانت النساء تلدن وهن راقداً على ظهورهن . وفي القسم الثاني على جنوبهن . وعلى الرغم من أنه اعتقد كون الاحتمال بعيد الوقوع إلا أنه قرر كرجل غريق يمسك بقشة أن يختبر ما إذا كان هذا الفارق في الإجراء ذا دلالة فأدخل استخدام الموضع الجنبى في القسم الأول

ولكن مرة أخرى ظل معدل الوفاة على ما هو عليه .

وأخيراً في بواكير سنة ١٨٥٧ ثمة حادثة عارضة أعطت سيموليز الدليل الحاسم . فقد أصيب زميله كولتشكا بجرح غائر في أصبعه من مبضع أحد الطلاب كان يجري كشفاً . وقد توفي بعد مرض أليم ظهرت عليه أثناءه نفس الأعراض التي لاحظها سيموليز في ضحايا جحى النفاس وبالرغم من أن دور الكائنات العضوية الدقيقة في مثل هذه العدوى لم يكن قد عرف بعد ؛ أدرك سيموليز أن المادة السامة التي أدخلها مبضع الطالب في مجرى دم كولتشكا هي التي سببت المرض المميت الذي أودى بحياة زميله . وقد أدت الملاحظات بين مسلك مرض كولتشكا ومسلك المرض لدى النساء في عيادته بسيموليز إلى نتيجة قائلة إن مرضاه ماتوا بسبب نفس النوع من تسمم الدم . فقد كان هو وزملاؤه وطلاب الطب حاملين المادة السامة لأنه ورفقاؤه تعودوا الحجيء إلى العنابر مباشرة بعد أداء التشريح في حجرة التشريح . وفحص النساء في حالة الولادة بعد غسل أيديهم غسلًا سطحيًا فقط فغالبا ما استيقنت أيديهم رائحة كريهة مميزة .

وفرة أخرى وضع سيموليز فكرته موضع الاختبار . فقد استنتج أنه إذا كانت فكرته صحيحة فإن جحى النفاس يمكن الحد منها بالتعقيم كيميائياً على المادة السامة العالقة بالأيدي . ولذلك أصدر أمراً إلى كل طلاب الطب أن يغسلوا أيديهم في محلول من الجير المعامل بالكحول قبل القيام بفحوصهم وقد بدأت بالفعل معدلات الوفاة من جحى النفاس في الانخفاض .

وبالنسبة لسنة ١٨٤٨ هبطت النسبة إلى ١٢٧٪ في القسم الأول مقارنة بـ ١٢٤٪ في القسم الثاني . ولمزيد من التأييد لفكرته أو لفرضه كما نقول ، لاحظ سيموليز أن فرضه يملل الحقيقة القائلة بأن الوفاة في القسم الثاني

كانت أقل بكثير دائماً . فلقد كانت المريضات هناك موضع عناية القابلات اللأئي لا يتضمن تدريبهن تعليماً تشريحياً بتشريح الجنث .

ولقد فسر الفرض أيضاً هبوط معدل الوفيات بين مواليد « الشارع » فالتساء اللأئي وصلن بمواليدهن على أذرعهن كن نادراً ما يفحصن بعد دخولهن وبالمثل علل هذا الفرض الحقيقة القائلة بأن ضحايا حمى النفاس من بين الأطفال المواليد الجدد كانت جميعها بين هؤلاء الأمهات اللأئي أصبن بالمرض أثناء الولادة . لأنه حينئذ يمكن للعدوى أن تنتقل إلى الطفل قبل الولادة خلال مجرى الدم المشترك بين الأم والطفل في حين كان ذلك مستحيلاً عندما كانت تبقى بصحتها .

ان المزيد من الخبرات الاكليميكية سرعان ما أدى بسيملويز إلى أن يوسع فرضه : ففي إحدى — المناسبات على سبيل المثال بعد أن قام هو وزملاؤه بتطهير أيديهم بمناية فحسوا أولاً امرأة في حالة وضع كانت تعاني من سرطان متفروح في عنق الرحم . وعندئذ تقدموا لفحص اثنتي عشرة امرأة أخرى في نفس الحجرة بعد غسيل روتيني فقط لأيديهم دون أن يعيدوا تجديد تطهيرها . فماتت إحدى عشرة مريضة من المريضات الإثني عشرة بحمى النفاس . استنتج سيملويز أن حمى النفاس يمكن أن تسبب لبس فقط من الماء السامة . ولكن أيضاً عن مادة عفنة مستخلصة من الكائنات المعضوية الحية .

٢ — ٢ الخطوات الأساسية لاختبار فرض من الفروض :

لقد رأينا كيف أن سيملويز في بحثه عن السبب في حمى النفاس امتحن مختلف الفروض التي كانت مقترحة كإجابات ممكنة . ومسألة كيفية التوصل

إلى مثل تلك الفروض هي في اللقار الأول مسألة مثيرة سنتناولها بالبحث فيما بعد . ومع ذلك لنفحص كيف يختبر فرض من الفروض التي تقدم في مرة من المرات .

أحياناً يكون الإجراء مباشراً تماماً . لنفحص التخمينات القائلة بأن الفروض في الازدحام أو التغذية أو العناية العامة تفسر الاختلاف في الوفاة بين القسمين وكما يشير سيملويز تتعارض هذه الاختلافات مع الوقائع للملاحظة مباشرة . فليس ثمة فروق كهذه بين القسمين . ولذا تطرح الفروض باعتبارها باطلة .

واسكن عادة ما يكون الاختبار أقل بساطة ومباشرة . لناخذ الفرض الذي يرجع نسبة الوفاة العالية في القسم الأول إلى الفرع الذي كان يشه ظهور القسيس مع تابعه . ان شدة ذلك الفرع وخاصة تأثيره على حمى النفاس لا يمكن التأكد منه مباشرة كما هو الحال في الازدحام أو في التغذية ويستخدم سيملويز منهجاً غير مباشر في الاختبار . انه يسأل نفسه هل ثمة آثار مباشرة لا بد أن تحدث إذا كان الفرض صادقاً ؟ ويستنتج سيملويز أنه إذا كان الفرض صادقاً فلا بد وأن يحدث تغيير مناسب في مصلاك القسيس ينتج عنه انخفاض معدل الوفاة في القسم الأول . ويمتنع سيملويز هذه القضية الزومية بتجربة بسيطة ويحد أنها قضية كاذبة ولذلك يطرح الفرض .

وبالمثل يختبر تخميناً عن وضع النساء أثناء الوضع يستنتج أنه إذا كان هذا التخمين صادقاً فلا بد وأن يقلل اتخاذ الوضع الجنبي في القسم الأول من معدل الوفاة . ومرة أخرى يكتشف سيملويز أن القضية الزومية باطلة

بتجربته التي قام بها ويطرح هذا الظن (التخمين) .

في الحالتين الأخيرتين اعتمد الاختبار على برهان بحيث أنه إذا كان الفرض المتأمل ويمكن « ح » صادقا فثمة أحداثات معينة ملاحظة (على سبيل المثال هبوط في نسبة الوفاة) لا بد وأن تحدث في ظروف معينة (على سبيل المثال إذا كف القسيس عن السير عبر المنابر أو إذا كانت النساء بضمن ومن في وضع جنبي) أو باختصار إذا كان ح صادقا فكذلك ط حيث ط قضية تصف أحداثات مشاهدة متوقعة . وللمواءمة قول إن ط مستنتجة من أو لازمة عن ح ولنطلق على ط اسم لزوم اختباري للفرض ح . وسنطلى فيما بعد وصفا أدق للعلاقة بين ط و ح في مثالينا الأخيرين أظهرت التجارب أن اللزوم الاختباري باطل وأن الفرض يطرح بناءً على ذلك .

ويمكن أن يمثل الاستدلال المؤدى إلى الرفض على النحو التالي :

إذا كان ح صادقا كان ط كذلك .

ولكن (كاتبين البينة) ط ليس صادقا .

ح ليس صادقا .

أي برهان له هذه الصورة يطلق عليه في المنطق طريقة الرفع^(١) صحيح استنباطياً (من الناحية الاستنباطية) أي إذا كانت مقدماته صادقة كانت نتيجته صادقة بالطبع كذلك . ومن ثم إذا كانت مقدمات البرهان مؤسسة تأسيساً جيداً كان الفرض « ح » الذي يجري اختباراه مرفوضاً بالضرورة .

(١) لمزيد من التفصيل انظر المجلد الآخر في هذه السلسلة المنطق لويزلي ساون ص

وبعد ذلك لمتناول بالبحث الحالة حيث الملاحظة أو التجربة تؤكد الزوم
الاختبارى « ط » .

فمن فرض سيملويز القائل بأن حمى النفاس هى تسمم الدم الناتج عن المادة
السامة يستدل سيملويز على أن اتخاذ إجراءات تعقيم مناسبة سيقفل عن
معدل الوفاة فى القسم الأول .

ترينا التجربة فى هذه المرة أن الزوم الاختبارى صادق . ولكن هذه
النتيجة المواتية لا تثبت صدق الفرض إثباتا قاطعا لأن البرهان يأخذ
الصورة الآتية :

إذا كان صادقا فكذلك ط .

كما تبين البيئة ط صادق .

ح صادق .

هذا الضرب من الاستدلال الذى يشار اليه باعتبار أنه الغلط الناشئ
عن إثبات التالى غير صحيح من الناحية الاستنباطية أى أن من المحتمل
أن تكون نتيجة كاذبة حتى وإن كانت مقدماته صادقة^(١) وهذا ماتصوره
فى الواقع خبرة سيملويز الشخصية .

فالرواية الأولى لاعتباره حمى النفاس صورة من صور تسمم الدم قدمت
العدوى بالمادة السامة على أنها المصدر الواحد والوحيد للرض . وقد كان
سيملويز مصيبا فى استدلاله أنه إذا كان الفرض لا بد وأن يكون صحيحا
فلا بد وأن يؤدى القضاء على الجزئيات السامة بالفسيل المعتم إلى التقليل من

(١) انظر سالون فى كتابه « المنطق » ص ٢٧ - ٢٩ .

٢ - ٣ دور الاستقراء في البحث العلمى :

لقد تناولنا بالدراسة بعض البحوث العلمية التى نلم فيها بمشكلة من المشكلات وذلك بتقديم إجابات تجريبية فى صورة فروض كانت تختبر بأن نشق منها الزومات الاختبارية المناسبة ونمتحنها عن طريق الملاحظة أو التجربة .

ولكن كيف التوصل إلى الفروض المناسبة . فى المحل الأول يُمتدح أحيانا أن الفروض تستنتج من معطيات تجمع مسبقا بواسطة إجراء يسمى الاستدلال الاستقرائى باعتباره متميزاً عن الاستدلال الاستنباطى الذى يختلف عنه فى نقاط هامة . ففى البرهان الاستنباطى الصحيح ترتبط النتائج بالمقدمات بحيث إذا صدقت المقدمات لا بد وأن تصدق النتائج . وعلى سبيل المثال يستوفى هذا المطلب بأى برهان يأخذ الصورة العامة التالية :

إذا كان س إذن ص

ليست الحالة أن ص

ليست الحالة أن س

إن وقفة تأمل قصيرة فى هذه الصورة تبين أنه لا يهم أى القضايا الجزئية يمكن أن تقوم فى المواضع التى تشغلها الرموز س ، ص . تكون النتيجة صادقة بالتأكد إذا كانت المقدمات صادقة وفى واقع الأمر تمثل الصورة السابقة للبرهان طريقة الرفع المشار إليها سابقا . إن نمطا آخر لاستدلال صحيح من الناحية الاستنباطية يقدمه المثال الآتى :

أى ملح صوديوم عند وضعه فى لهب موقد صوديوم يحيل اللهب أصفرأ .

هذه القطعة من الحجر الصخرى هى ملح صوديوم .

هذه القطعة من الحجر الصخري حين توضع في لهب موقد بنزين ستحيل
الذهب أصفرًا .

غالبًا ما يقال عن البراعين من النوع الأخير أنها تتأدى من العام (وهو
هنا المقدمة بصدد كل الملح الصوديوم) إلى الخاص (وهو هنا النتيجة الخاصة
بقطعة معينة من الملح الصوديوم) .

الاستدلالات الاستقرائية على النقيض من ذلك . توصف بأنها تتأدى
من المقدمات بصدد حالات معينة (جزئية) إلى نتيجة لها طابع القانون العام
أو المبدأ العام . وعلى سبيل المثل المقدمات القائلة بأن كل واحدة من
العينات الجزئية لأملاح الصوديوم المتنوعة والتي كانت موضع اختبار لهب
موقد بنزين أحالت الذهب أصفرًا من المفترض أن تؤدي إلى النتيجة القائلة
بأن كل أملاح الصوديوم حيث توضع في لهب موقد بنزين تحيل الذهب
أصفرًا . ولكن في هذه الحالة من الواضح أن صدق المقدمات لا يضمن
صدق النتائج . لأنه في حالة أن كل عينات ملح الصوديوم المختبرة حتى
الآن أحالت الذهب أصفرًا يبقى ممكنًا تمامًا أن أنواعًا جديدة من ملح
الصوديوم لم توجد بعد لا تتطابق مع هذا التعميم وفي الواقع إذا أسفرت
بعض أنواع ملح الصوديوم المختبرة حتى الآن عن نتيجة إيجابية قد تحقق
إحفاقا ملموسًا في أن تستوفي التعميم في ظل ظروف فزيائية خاصة (مثل
ال مجالات المغناطيسية القوية أو ما أشبه ذلك) من الظروف التي لم تختبر في
ظلمها بعد . ولهذا السبب غالبًا ما يقال أن مقدمات الاستدلال الاستقرائي
تتضمن فقط النتيجة بإيجابية عالية بدرجة أكبر أو أصغر في حين أن مقدمات
الاستدلال الاستنباطي تتضمن النتيجة بالتأكيد .

الفكرة القائلة بأنه في البحث العلمى يعضى الاستدلال الاستقرائى من معطيات جمعت مسبقا إلى مبادئ عامة موافقة تتجسد بوضوح فى البيان التالى لكيف يتصرف عالم من العلماء فى بحثه بطريقة مثلى .

إذا حاولنا أن نتخيل عقلا قائما مهتما بالعمليات المنطقية ل فكره يستخدم الأسلوب العلمى كان السلوك كالتالى :

١ - تلاحظ كل الوقائع وتدوّن دوو انقضاء أو تخمين قبلى فيما يتعلق بأهميتها النسبية .

٢ - تحلل الوقائع الملاحظة والمدونة وتقرّن وتصنف دون فروض أو مسلمات غير تلك الفروض والمسلمات المتضمنة بالضرورة فى منطق الفكر .

٣ - من هذا التحليل تستخلص التعميمات بطريقة استقرائية بصدد العلاقات التصنيفية أو العملية بين الوقائع .

٤ - وفضلا عن ذلك يكون البحث استنباطيا فضلا عن كونه استقرائيا مستخدما الاستدلالات من التعميمات المؤسسة قبلا^(١) .

ان هذه الفقرة تبين أربعة مراحل فى البحث العلمى الأمتل :

(أ) ملاحظة وتدوين كل الوقائع .

(ب) تحليل وتصنيف هذه الوقائع .

(ج) الاستخلاص الاستقرائى للتعميمات منها .

(د) مزيد من الاختبار للتعميم .

المرحلتان ١ ، ٢ من هذه المراحل من المفروض بضنة خاصة أن تستخدم

(١) فولب . علم الاقتصاد الوظيفى فى اتجاهات علم الاقتصاد . المحرر توجوبل (نيويورك ١٩٢٣) ص ٣٥٠ .

فيها التغمينات أو الفروض بصدد ترابط الوقائع الملاحظة. ويبدو هذا القيد مفروضا اعتقادا بأن مثل هذه الأفكار المستتبقة قد تؤدي إلى تمييز يقضى على موضوعية البحث العلمى .

ولكن وجهة النظر المعبر فى الفقرة المقتبسة والتي يطلق عليها التصور الاستقرائى الضيق للبحث العلمى لا يمكن الدفاع عنها لعدة أسباب .
إن مسحا وجيزا لهذه المراحل يمكن أن يستخدم لتتمة ملاحظتنا السابقة عن الإجراء العلمى .

١ — إن البحث العلمى — كما تصورناه هنا — لا يمكن اقتلاعه من الأساس ، فالوجه الأول من أوجه البحث لا يمكن تنفيذه . لأن جمع كل الوقائع لا بد له من أن ينتظر نهاية العالم وحتى الآن يستحيل جمع كل الوقائع حيث أن هناك عددا لا متناهيا من الوقائع فهل لنا أن نتخير على سبيل المثال كل حبات الرمال فى كل الصحراوات وعلى كل الشواطىء . وهل لنا أن ندون أشكالها وأوزانها وتركيبها الكيميائى .

هل لنا أن ندون الخواطر العابرة التى تخطر ببالنا فى هذا الإجراء الشاق . أشكال السحب فوقنا ، لون السماء المتغير ، أدواننا الكتابية تركيبها وإسمها التجارى ، تواريخ حياتنا وحياة زملائنا فى البحث . كل هذه الأشياء وغيرها مما لم يذكر هى بعد كل شىء من بين الوقائع حتى الآن .

ربما كان إذن كل ما ينبغى أن يكون مطلوباً فى الوجه الأول من أوجه البحث هو أن تجمع كل الوقائع المناسبة ولكن مناسبة لأى شىء . لم يذكر هذا .

نفرض أن البحث معنىً بمشكلة معينة ألا ينبغي علينا إذن أن نبدأ بجمع كل الوقائع أو على أحسن الفروض كل المعطيات التي في متناول أيدينا والمناسبة لهذه المشكلة . ومع ذلك تظل هذه الفكرة بغير معنى واضح .

لقد نشد سيموليز أن يحل مشكلة معينة . ومع ذلك جمع أنواعاً مختلفة تماماً من المعطيات في مراحل مختلفة من بحثه . وصواباً ما فعل . ولكن أى أنواع المعطيات هي التي ينبغي أن نجعلها ؟ لا تتحدد هذه الأنواع بالمشكلة موضع الدراسة ولكن تتحدد بإجابة تجريبية عن المشكلة يضرها الباحث في صورتها تخمين أو فرض . فإذا كان لدينا تصور بأن الوفاة من حى النفاس تزداد بالظهور المربع للقيس وتابعة الذى يحمل جرس الموت كان من الأوفق أن نجمع معطيات عن نتائج تغيير القيس لطريقه الذى يسلكه . ولكن التصور بجملة كان غير مناسب لاختبار ما يمكن أن يحدث لو أن الأطباء وطلبة الطب كانوا قد غسلوا أيديهم قبل فحص مرضاهم . بالنظر إلى فرض سيموليز عن التلوث الدائم الحدوث كان واضحاً أن المعطيات من النوع الأخير مناسبة .

وأن معطيات النوع قبل الأخير كانت غير مناسبة تماماً . ولذلك أمكن أن توصف الوقائع الامبريقية أو نتائج البحث بأنها مناسبة أو غير مناسبة من الناحية المنطقية فقط وذلك بالرجوع إلى الفرض المقدم لا المشكلة موضع البحث . لنفرض أن ف قدّم على أنه لإجابة تجريبية لمشكلة موضع البحث . فأى أنواع المعطيات يكون مناسباً للفرض «ف» . إن أمثلنا السابقة توحى بإجابة مفادها أن نتيجة البحث مناسبة للفرض

« ف » إذا كان حدوده أو علم حدوده يمكن أن يستدل عليه من الفرض
« ف » .

ولنأخذ على سبيل المثال فرض تورشيلي . كما قلنا استدل بأسكال منه
على أن عمود الزئبق في البارومتر لا بد وأن يكون أقصر كلما صعد به إلى
أعلى الجبل . ولذلك وجود أثر قائل بأن هذا يحدث فعلا في حالة معينة
يكون مناسباً للفرض . والأثر القائل بأن طول عمود الزئبق يظل دون ما
تغير أو أنه ينقص طوله أو يزيد أثناء الصعود يدحض لزوم الاختباري
لفرض بأسكال ولا يتطابق مع فرض تورشيلي .

ويمكن أن نطلق على المعطيات من النوع السابق إيجابيا أو تأييديا أنها
مناسبة للفرض . ومعطيات النوع الأخير تتصل بالفرض سلبيا وبطريقة مضادة .
القاعدة في جمع المعطيات أن المعطيات التي تجمع دون توجيه من الفروض
المسبقة عن العلاقات بين المعطيات موضع البحث تدحض نفسها بنفسها .

وبالتأكيد لا قيمة لها في البحث العلمي . وعلى العكس من ذلك الفروض
التجريبية ضرورية لتوجيه البحث العلمي . ومثل هذه الفروض تعين من بين
أشياء أخرى المعطيات التي لا بد من جمعها عند نقطة معينة في البحث العلمي
ومن المفيد أن نلاحظ أن العلماء الاجتماعيين الذين يحاولون اختبار الفروض
بالرجوع إلى الخزون الواسع من المعطيات المدونة بواسطة مكتب إحصاء
السكان في الولايات المتحدة الأمريكية أو بالرجوع إلى هيئات أخرى لجمع
المعطيات أحيانا ما يحدون غلبة آمالهم أن قيم بعض المتغيرات التي تلعب
دورا رئيسيا في الفروض قد دونت بطريقة منهجية منظمة . ليس المقصود
(٢ - ظفة العلوم)

بهذه الملاحظات بالطبع أن تكون قدأ لجم المعطيات أصلا . فالمشتغلون بجمع المعطيات يحاولون بغير شك انتقاء المعطيات التي يثبت أنها مناسبة للفروض المستقلة . المقصود بالملاحظة وببساطة هو تصور استحالة جمع كل المعطيات المناسبة دون معرفة الفروض التي يراد مناسبة المعطيات لها . إن المرحلة الثانية في فقرتنا المقتبسة قابلة هي الأخرى لنقد مماثل إن المعطيات يمكن أن تصنف وتعمل بطرق مختلفة لا يكون أغلبها كاشفا لأغراض البحث العلمى لقد كان في استطاعة سيملويز أن يصنف النساء في عناصر الولادة وفقا لمعايير كالسن ، مكان الإقامة ، الحالة الزوجية ، العادات الغذائية .. إلخ .

ولكن المعلومات عن هذه الأمور ما كانت لتزوده بالحلول لتوقعات المرضى أن يصبحن ضحايا حمى النفاس . ما كان ينشده سيملويز كان مرتبطا بهذه التوقعات بشكل واضح . ومن أجل هذا الغرض كان يجهد عزل أولئك النسوة اللاتي كن تحت رعاية الهيئة الطبية ذات الأيدي الملوثة . لأن ارتفاع نسبة الوفاة من حمى النفاس كان مرتبطا بهذا الطابع المميز للهيئة الطبية أو المرضى المتصلين بهم . ومن ثم إذا كانت هناك طريقة خاصة بتصنيف وتحليل النتائج الأمبريقية تؤدي إلى تفسير الظواهر المعنية لكان واجبا قيام هذه الطريقة على فروض عن كيفية ارتباط هذه الظواهر بها . إذ بدون هذه الفروض يصبح التصنيف والتحليل على نحو أعمى . تأملنا النقدية للمرحلتين الأولى والثانية من البحث في الفقرة المقتبسة تنصب أساسا على فكرة أن الفروض تقدم فحسب في المرحلة الثانية بواسطة استدلال استقرأ من معطيات جمعت قبلا وهنا لا بد من إضافة بعض ملاحظات عن الموضوع .

يفهم الاستقراء أحيانا على أنه منهج يتأدى بواسطة قواعد ميكانيكية من وقائع ملاحظة إلى مبادئ عامة مناسبة . وفي هذه الحالة تزودنا قواعد الاستدلال الاستقرائي بقوانين إيجابية للاكتشاف العلمى . ويكون الاستقراء إجراء ميكانيكيا مماثلا للنظام المألوف في ضرب الأعداد يتأدى بعدد محدد من الخطوات الثمينة قبلا والتي يمكن إجراؤها ميكانيكيا إلى الحاصل المطلوب . إلا أنه ليس ثمة في الوقت الحالى مثل هذا الإجراء الاستقرائي الميكانيكي العام الذى يكون في متناول أيدينا . وإلا لما ظلت على سبيل المثال المشكلة الخاصة بتعليل السرطان دون ما حل حتى اليوم بالرغم من دراستها كثيرا . واكتشاف مثل هذا الإجراء ليس واردا في الحسبان أبدا . إذ عادة ما تصاغ الفروض والنظريات العلمية في عبارات لا ترد على الإطلاق (بالمرّة) في وصف النتائج الامبريقية التى تقوم عليها تلك الفروض والنظريات فعلى سبيل المثال النظريات الخاصة بالتركيب الذرى ودون الذرى للمادة تتضمن أفاظا مثل « ذرة » ، « إلكترون » ، « بروتون » ، « نيوترون » .. إلخ . في حين أنها تقوم على النتائج العملية لطبوف الغازات المختلفة والآثار في مواضع السحب وفقاعات الماء والمظاهر الكمية لردود الفعل الكيميائية .. إلخ . تلك التى يمكن أن توصف دون استخدام المصطلحات الفنية النظرية .

قد يعمين على قواعد الاستقراء من النوع الذى تخيلناه هنا أن تزودنا بنظام ميكانيكى يقوم على أساس المعطيات وذلك لإقامة الفروض والنظريات المعتمدة بلمة التصور الجديد تماما . والمستخدم أصلا في وصف المعطيات نفسها . بالتأكيد ليس ثمة قاعدة ميكانيكية لإجراء معين يمكن أن نتوقع

معه تحقيق هذا الشرط . وعلى سبيل المثال هل يمكن أن تكون هناك قاعدة عامة يمكن عند تطبيقها على المعطيات المناسبة للفاعلية المحددة للمضخات الماصة عند جاليليو أن تنتج بواسطة إجراء ميكانيكى بحث فرضاً قائماً على تصور بحر من الهواء . إن الإجراءات الميكانيكية لاستنتاج فرض من المفروض بطريقة استقرائية وعلى أساس المعطيات قد تكون محددة بمواقف بسيطة نسبياً ومن نوع خاص . والثالث على ذلك إذا قيس طول قضيب من النحاس في درجات حرارة مختلفة كان التزاوج القائم بين درجات الحرارة وطول القضيب يمكن أن تمثله نقط في نسق إحداثى مستوى ويمكن رسم منحنى عبر هذه النقط وفقاً لقاعدة من قواعد إعداد المنحنى ،

فالمحنى إذن يمثل بياناً فرضياً كمياً عاماً ممبراً عن طول القضيب كدالة لدرجة حرارته . ولكن من الملاحظ أن هذا الفرض لا يتضمن ألقاظاً جديدة وإنما يعبر عنه بتصور الحرارة والطول المستخدمين أيضاً في وصف المعطيات . وفصلاً عن ذلك يفترض اختيار القيم المترابطة للحرارة والطول فرضاً أولياً موجهاً بمعنى أنه يرتبط مع كل قيمة من قيم درجات الحرارة قيمة من قيم طول قضيب النحاس بحيث أن طول القضيب يكون دالة لدرجة حرارته وحدها في واقع الأمر . فالنظام الميكانيكى لإعداد المنحنى يستخدم إذن لانتقاء دالة خاصة على أنها الدالة الأوفق . هذه النقطة هامة . لأننا لو فرضنا أنه بدلاً من قضيب النحاس اخترنا كثافة غاز التروجين المبدأ في إناء اسطوانى له غطاء متحرك وأننا نقيس حجمه في درجات الحرارة المختلفة . إذا كان لنا أن نستخدم هذا الإجراء لنحصل من معطياتنا على فرض عام يمثل حجم الغاز كدالة لدرجة حرارته فإننا نتحقق لأن حجم الغاز دالة لكل

من درجة حرارته وضغطه الواقع عليه بحيث يفترض للغاز أحجاما في درجة حرارة معينة .

فحتى في هذه الحالات البسيطة تقوم الإجراءات الميكانيكية لتأسيس الفروض بجزء فقط من العمل لأنها تفترض مسبقا فرضا أقل نوعية (أعنى أن متغيراً فيزيائياً معيناً هو دالة لمتغير آخر مفرد) لا يمكن الحصول عليه بنفس الإجراءات .

ليست هناك إذن قواعد استقرائية عامة يمكن تطبيقها . تلك القواعد التي يمكن بواسطتها أن تستنتج الفروض والنظريات من المعطيات الامبريقية . يحتاج الانتقال من المعطى إلى النظرية إلى خيال مبدع . فالفروض والنظريات العلمية لا تستنتج من المعطيات الملاحظة ولكن تخترع الفروض لتفسيرها : إنها تخمن العلاقات بصدد الإجراءات والنماذج التي تكن وراءها في الظواهر موضع الدراسة^(١) إن التخمينات السارة من هذا النوع تتطلب عبقرية عظيمة وخاصة إذا تضمنت انفصالاً جذرياً عن ضروب التفكير العلمي السائدة كما فعلت على سبيل المثال نظريتا النسبية والكوانتم . يفيد

(١) لقد قدم هذا التمييز بالفعل ولیم هول في كتابه (فلسفة العلوم الاستقرائية) الطبعة الثانية (لندن جون باركر ١٨٤٧) المجلد الثاني ص ٤١ . يتكلم هول أيضاً عن الاختراع كجزء من الاستقراء ص ٥٦ وفي نفس المعنى يشير كارل بوبر إلى الفروض والنظريات العلمية على أنها تخمينات . انظر على سبيل المثال مقالة (العلم : تخمينات وتخمينات) في كتابه (تخمينات وتخمينات) نيويورك ولندن السكيب الأساسية سنة ١٩٦٢ . وفي الواقع ان واغ الذي استمرنا فلا تصوره الاستقرائي الضيق للإجراء العلمي التالي يؤكد أن العقل الإنساني المحدود يمين عليه أن يستخدم اجراء معدلا بدرجة كبيرة ويطلب خيالاً هلياً واقتفاء للمعطيات على أساس فرض من الفروض التمهيدية انظر ص ٤٠ من : انال الستمهده به في الفترة للكتبه السابعة .

الجهد الاختراعى المطلوب فى البحث العلمى من الألفة التامة مع المعارف الجارية فى هذا المجال من مجالات البحث . والمبتدئ فى البحث من الصعب عليه القيام بكشف على هام لأن الأفكار التى يمكن أن تخطر له من المحتمل أن تكرر ما جرت محاولته من قبل أو قد تجرى فى صدام مع الوقائع والنظريات الثابتة التى لا يدري بها .

ومع ذلك تختلف الطرق التى نصل بها إلى التخصيمات المثمرة عن أية عملية من عمليات الاستدلال المنهجي النظم فعلى سبيل المثال نجربنا الكيمايى كهكوليه بأنه حاول ولفترة طويلة أخفق فى أن يبتدع صيغة بنائية لجزئى البنزين وذات مساء وبينما كان غافياً أمام مدفأته وجد حلاً لمشكلته إذ لدى حلقاته فى إلهج بداله أنه يرى ذرات تتراقص فى مصفوفات على هيئة أفنى ونجأة شكلت إحدى الحيات حلقة بالإمساك بديلها ثم التفت باستهزاء أمامه واستيقظ كيكوليه فى ومضة . لقد وقف على الفكرة للشهرة والمألوفة الآن عن تمثيل بنية جزئى البنزين بحلقة سدسة . لقد قضى بقية الليل فى استخراج النتائج من هذا الفرض (١) .

تتضمن الملاحظة الأخيرة تذكرة هامة خاصة بموضوعية العلم . فى محاولة العالم لإيجاد حل لمشكلته قد يطلق العنان لخيااله ويجرى تفكيره البديع قد يتأثر بالأفكار العلمية المشكوك فى صحتها . فدراسة كبلر لحركة الكواكب (الأفلاك) كانت مستوحاة من اهتمامه بمذهب صوفى عن الأعداد وشفف

(١) انظر التقنيات من تقرير كيكوليه الخاسر فى كتاب (فندلاى) بنوان مائة هام من الكيمايى (الطبعة الثانية — لندن جيرالد ديكوروت وشركاه سنة ١٨٤٨ م ص ٢٧ وفردج : فى البحث العلمى الطبعة الثالثة — لندن شركة وليام هافمان المحدودة سنة ١٩٥٧ م ص ٥٦ .

بالبرهنة على موسيقى الأفلاك. ونع ذلك يحى للوضوعية العلمية المبدأ القائل بأنه بينما الفروض والنظريات من الممكن اختراعها وتقديمها بحرية فى العلم إلا أنها لا تقبل فى دائرة المعرفة العلمية إلا إذا مرت بالتحقيق النقدى الذى يتضمن بالأخص اختبار الزومات والاختبارية عن طريق الملاحظة والتجربة الدقيقة . إن من المثير للاهتمام أن يلعب الخيال والاختراع الحر دوراً هاماً مماثلاً فى تلك المباحث التى تصدق نتائجها خاصة بواسطة الاستدلال الاستنباطى وعلى سبيل المثال فى الرياضيات .

لأن قواعد الاستدلال الاستنباطى لا ينتج عن أى منها قواعد ميكانيكية للاكتشاف .

وكما اتضح فى قاعدة الرفع السابقة يعبر عن هذه القواعد عادة فى صورة الأشكال البرهانية العامة أية صورة منها هى برهان استنباطى صحيح منطقياً إذا ما قدمت مقدمات من نوع معين فإن هذه الصورة تهدد فى الواقع طريقاً للسير إلى النتيجة المنطقية . وبالنسبة لأى عدد محدد من المقدمات تستطع قواعد الاستدلال الاستنباطى أن نستخلص عدداً لا متناهياً من النتائج الاستنباطية الصحيحة منطقياً ولناخذ على سبيل المثال قاعدة بسيطة تمثلها

$$\frac{س}{س \text{ أو } ص} : \text{الصورة الآتية :}$$

إنها فى واقع الأمر تخبرنا أنه من القضية القائلة بأن س هى الحالة ينتج إن س أو ص هى الحالة حيث يمكن أن تكون س، ص أية قضايا إما كانت لفظة « أو » مفهومة هنا بمعنى غير استبعادى (شمولى) فى الجمل المنطقى بحيث تكون س أو ص مكافئة لـ س أو ص أو كلا من س، ص .

من الواضح أنه إذا كانت مقدمات البرهان من هذا النحو صادقة فلا بد وأن تكون النتيجة أيضاً صادقة ومن ثم فأى برهان له هذه الصورة المعينة صحيح منطقيًا .

هذه القاعدة الواحدة تميز لنا أن نستنتج نتائج كثيرة مختلفة ولا مقناحية من أية مقدمة واحدة . فمن المقدمة القائلة « القمر ليس له غلاف جوى » يجوز أن نستنتج قضية من ذات الصورة « القمر ليس له غلاف جوى أو ص » حيث يمكننا أن نكتب بدلا من ص أية قضية أبكأ كانت . لا يهم ما إذا كانت صادقة أو كاذبة . فلي سبيل للثال « الغلاف الجوى للقمر رقيق جداً » « القمر غير مأهول » ، « الذهب أكثف من الفضة » ، « النفضة أكثف من الذهب » .. إلخ . (من التأثير للاهتمام ومن اليسير أن نبرهن على أن القضايا اللامتناحية يمكن تكوينها في الانجليزية وكل واحدة من هذه القضايا يمكن أن تحمل محل المتغير ص) .

وبطبيعة الحال تضاف قواعد أخرى للاستدلال الاستنباطى إلى القضايا الكثيرة التى نستخلص من مقدمة واحدة أو مجموعة من المقدمات . فإذا قدمت مجموعة من القضايا كقدمات لم تقدم قواعد الاستنباط توجيهات لإجراءات الاستدلال . إنها لا تفرد قضية معينة باعتبارها النتيجة التى يعين استخلاصها من المقدمات ولا نخبرنا عن كيفية الحصول على نتائج هامة من الناحية الإجرائية .

إنها لا تزودنا مثلا بنظام ميكانيكى لاستخلاص البرهينات الرياضية للتميزة من السلمات الواردة . إن اكتشاف البرهينات الرياضية المثرة شأن اكتشاف النظريات الهامة المثرة فى العلم الامبريقي يتطلب مهارة

إبداعية يطلق عليها التخمين الإبداعي بعيد النظر . ومع ذلك فالاهتمام
بالوضوعية العلمية بصونه طلب الصحة الموضوعية لمثل هذه التخمينات
(الظنون) ومعنى هذا في الرياضيات البرهنة بالاشتقاق الاستنباطى من
البديهيات ولكن حين تقدم القضية الرياضية كظن أو تخمين تتطلب البرهنة
أو عدم البرهنة على صحتها مهارة وإبداعا غالبا ما يكونان من عيار عال
جداً . لأن قواعد الاستدلال الاستنباطى بإجراء ميكانيكى لإقامة البرهان
أو دحضه فدورها التنظيى هو بالأحرى أكثر اعتدالا . إذ تستخدم
كحركات اسلامة الحجج المقدمة كبراهين تؤسس الحجج براهين رياضية
صحيحة إذا تأدينا من البديهيات إلى البرهينات المشروعة بسلسلة من الخطوات
الاستدلالية . كل منها صحيح وفقا لقواعد الاستدلال الاستنباطى اختبار
ما إذا كانت الحجة المقدمة برهانا صحيحا بهذا المعنى هو في واقع الأمر عمل
ميكانيكى بحت . فالمعرفة العلمية — نأريها — لا يمكن الوصول إليها
بتطبيق بعض إجراءات الاستدلال الاستقرائى من معطيات محصلة قبلا
ولكن الوصول إليها هو بالأحرى بما يسمى غالبا « منهج الفروض » أى
باختراع فروض تقدم كإجابات تجريبية عن مشكلة من المشكلات قيد
البحث . وبعد ذلك تخضع هذه الفروض للاختبار الامبريقي . وسيكون
جزءا من هذا الاختبار أن نرى ما إذا كان الفرض من الممكن أن تؤيده
نتائج تجريبية موافقة تم التوصل إليها قبل صياغته . الفرض المتبول يتعين
أن يلائم المعطيات المتاحة . ويمكن جزء آخر من الاختبار اشتقاق لزومات
اختبارية جديدة من الفروض واختبارها في ضوء التجارب والملاحظات
المناسبة . فكملاحظنا قبلا لا يؤسس الاختبار المصدق بنتائجه المقبولة
فرضا حاسما . ولكن يزودنا بتأييد للفرض بدرجة أقل أو أكثر .

وحيث أن البحث العلمى لم يكن استقرائياً بالمعنى الضيق الذى تناولناه
بشئ من التفصيل أمكن أن يقال إن البحث العلمى استقرائى بمعنى أوسع
بقدر ما يتضمن قبول الفروض على أساس المعطيات التى لا تقدم بصفة حاسمة
بطريقة استنباطية ولكن تعبرها قدراً قليلاً أو كثيراً من التأييد الاستقرائى.
وأية قواعد للاستقراء يتعين إدراكها بالمائلة مع قواعد الاستنباط على
أنها قوانين للصحة أكثر منها قوانين للاكتشاف. وبعيداً عن توليد فرض
يفسر النتائج الامبريقية الواردة تفترض مثل هذه القواعد قبلاً أن كلا من
المعطيات التى تقوم مقام المقدمات فى البرهان الاستقرائى والفرض التجريبى
الذى يفسر نتيجتها ضمن المعطيات ولذا تقرر محكات سلامة البرهان.
ووفقاً لبعض نظريات الاستقراء تحدد القواعد قوة التأييد التى تمنحها
المعطيات للفرض. وقد تعبر هذه القواعد عن مثل هذا التأييد بلمة الاحتمالات
التي تؤثر على التأييد الاستقرائى وإمكان قبول الفروض العلمية.

٣ - اختبار الفرض منطق وقوته :

٣ - ١ الاختبارات التجريبية وغير التجريبية :

نعود إلى فحص أوثق للاستدلال الذى تعتمد عليه الاختبارات العلمية
والنتائج التى يمكن استخلاصها من حاصل الاختبارات . نستخدم — وكما
سبق — لفظة « فرض » للإشارة إلى أية قضية تحت الاختبار . لا يهم
ما إذا كانت تفيد فى وصف واقعة أو حادثة معينة أو تعبر عن قانون عام
أو قضية ما من القضايا الأخرى الأكثر تعقيداً ولنبدأ بملاحظة بسيطة
يتمين علينا أن نشير إليها .

عادة ما تكون اللزومات الاختبارية لفرض من الفروض ذات طابع

شرطى . إنها تخبرنا بأنه فى ظل ظروف اختبار معين تنتج نتيجة من نوع معين . والقضايا التى لها تأثير إلى هذا الحد يمكن وضعها فى الصورة الشرطية التالية :

لماذا تحققت شروط من النوع « ج » ستحدث حادثة من النوع « هـ » .
وعلى سبيل المثال أنتج فرض من الفروض التى فحصها سيملويز الزوم الاختبارى القائل : إذا وضعت النساء المريضات فى القسم الأول فى وضع جنينى سينخفض معدل الوفاة من حى النفاس أو إذا كانت المريضات فى القسم الأول يضعن مواليدهن وهن فى الوضع الجنينى ستنخفض معدل الوفاة . من حى النفاس وكان الزوم الاختبارى للفرض النهائى .

إذا غسل الأشخاص القائمون على أمر النساء فى القسم الأول أيديهم فى محلول من الجير المنقى بالكاور سينخفض حينئذ معدل الوفاة من حى النفاس .

وبالمثل تضمنت اللزومات الاختبارية لفرض تورشيللى قضايا شرطية مثل :
إذا كان بارومتر تورشيللى محمولا إلى ارتفاعات متزايدة سيتناقص إذن طول عمود الزئبق وهذه اللزومات الاختبارية مزدوجة المعنى . فهى لزومات للفروض التى منها استخلصت ولها صورة القضية الشرطية إذا ... إذن التى تسمى فى المنطق باللزومات الشرطية .

وفى كل الأمثلة الثلاثة التى أوردناها يمكن التحقق تكنولوجيا من شروط الاختبار من النوع « ج » وهكذا يمكن أن تحدث متى شئنا وتحقيق تلك الشروط يتضمن بعض التحكم فى عامل من العوامل التى تؤثر على الظاهرة موضع الدراسة . الوضع أثناء الولادة — غياب أو حضور المادة المعدية

الضغط الجوى فى الطبقات العليا . (حدوث حى النفاس فى الحالتين وطول عمود الزئبق فى الحالة الثالثة) .

تمدنا اللزومات الاختبارية من هذا النوع بأساس للاختبار التجريبي يـؤدى إلى إحداث الشروط (ج) واختبار ما إذا كانت «هـ» تحدث باعتبار أنها متضمنة فى الفرض . والكثير من الفروض العلمية يسير عنها بألفاظ كمية . ففى أبسط حالة تمثل قيمة متغير كى باعتبار أنه دالة رياضية للمتغيرات أخرى معينة . ومن ثم يمثل قانون الغاز الكلاسيكى $C = E \cdot D/V$ يمثل حجم مقدار من الغاز كدالة لدرجة حرارته وضغطه (ح عامل ثابت) وتنتج قضية من هذا النوع الكثير من اللزومات الاختبارية الكمية اللامتناهية العدد . وفى مثالنا هذه اللزومات لما الصورة التالية إذا كانت درجة حرارة مقدار من الغاز H وضغطه هو V فإن حجمه هو $E \cdot D/V$. ويمكن الاختبار التجريبي فى تنوع قيم المتغيرات المستقلة واختبار ما إذا كان المتغير التابع يفترض القيم المتضمنة فى الفرض . عندما يكون التحكم التجريبي مستحيلا وعندما تكون الشروط «ج» المذكورة فى اللزوم الاختباري لا يمكن حدوثها أو تنويعها بالوسائل التكنولوجية المتاحة لا بد للفرض إذن من أن يختبر بطريقة غير تجريبية بالبحث عن أو انتظار حالات تتحقق فيها الشروط النوعية ثم اختبار ما إذا كانت هـ تحدث فعلا أم لا .

إنه أحيانا ما يقال أنه فى الاختبار التجريبي لفرض كى تنفيه واحدة فقط من الكميات المذكورة فى الفرض بينما تظل الظروف الأخرى ثابتة . ولكن هذا مستحيل . ففى الاختبار التجريبي لقانون الغاز مثلا يتغير الضغط حيث تظل درجة الحرارة ثابتة أو العكس بالعكس ولكن الظروف الأخرى

تغير أثناء العملية وربما من بينها الرطوبة النسبية ، شدة الإضاءة ، قوة المجال المغناطيسى فى العمل وبالتأكيد بعد مقدار الغاز من الشمس أو القمر . وليس ثمة سبب يدعونا لأن نحاول الاحتفاظ بأ كبير عدد ممكن من هذه العوامل ثابتاً إذا كانت التجربة لاختبار قانون الغاز باعتباره قانوناً خاصاً . فالتانون يقرر أن حجم مقدار معين من الغاز يتعدد تماماً بواسطة درجة حرارته وضغطه . ولذلك يتضمن أن العوامل الأخرى غير موافقة للحجم بمعنى أن التغيرات فى هذه العوامل لا تؤثر على حجم الغاز والمجاى لمثل هذه العوامل الأخرى بالتغير هو اكتشاف لمدى أوسع من الحالات بحثاً عن التنفيذ الممكن للفرض موضع الاختبار . ومهما يكن يستخدم التجريب فى العلم لا كنهج للاختبار فحسب ولكن كنهج للاكتشاف أيضاً . وفى هذا السياق الثانى — كما نرى — يكون لطلب إبقاء عوامل معينة ثابتة معنى طيباً .

استخدام التجريب كنهج للاختبار :

أوضحته تجارب تورشلى ويبريه . والآن إن فرضاً من الفروض قدّم وتجربى التجربة لاختباره . وفى حالات أخرى حيث لم تفرض بعد فروض معينة يبدأ العالم بتعيين فج . وقد يستخدم التجريب كمرشد لفرض أكثر تحديداً . فى دراسة كيف بسلك معدنى أن يتعدد بواسطة ثقل يتدلى منه ومعلقاً عليه . قد يظن أن الزيادة السكية فى الطول تعتمد أساساً على الطول المبدئى للسلك وعلى مقطع التلاقى وعلى نوع المعدن المصنوع منه السلك وعلى وزن الجسم المعلق عليه . ويمكن حينئذ إجراء تجارب لتحديد ما إذا كانت تلك العوامل تؤثر على زيادة الطول (وهنا يستخدم التجريب كنهج

للاختبار) وإذا كان الأمر كذلك فكيف بالضبط تؤثر على التغير التابع أى ما هي الصورة الرياضية الخاصة بالتبعية بالضبط. (هنا يستخدم التجريب كمنهج للاكتشاف). وبمعرفة أن طول السلك يتوقف على درجة الحرارة يحتفظ المحرب أولاً وقبل كل شيء بدرجة حرارة الجسم ثابتة (ولو أنه فيما بعد قد يغير درجة الحرارة تفهيراً منتظماً ليتأكد ما إذا كانت قيم معينة في الدوال تربط بين زيادة الطول والعوامل الأخرى متوقعة على درجة الحرارة).

في التجربة على درجة الحرارة الثابتة تغير العوامل التي يعتقد أنها موافقة لأحد العوامل مرة محتفظين بالعوامل الأخرى ثابتة. وعلى أساس النتائج التي نحصل عليها نصيغ تجريبياً التعميمات التي تعبر عن الزيادة في الطول كدالة للطول غير الممتد وللوزن وهكذا ومن هناك نتقدم لإقامة صيغة أكثر عموماً تمثل الزيادة في الطول كدالة لكل المتغيرات التي كانت موضع اختبار.

إذن في الحالات من هذا النوع والتي يستخدم التجريب فيها كهيئة موجهة مساعدة على الكشف كوجه لاكتشاف القروض إن مبدأ الاحتفاظ بكل العوامل المناسبة ثابتة عدا واحداً منها يكون ذا معنى طيب. ولكن أقصى ما يمكن عمله بالضبط هو الاحتفاظ بكل العوامل التي يعتقد أنها مناسبة بمعنى الإبقاء على الظاهرة موضع الدراسة ثابتة عدا عامل واحداً: لأنه من الممكن دائماً أن تكون بعض العوامل الأخرى الهامة قد أسقطت.

إنها إحدى السمات الدهشة وإحدى الميزات المنهجية الكبرى للعلم الطبيعي أن الكثير من فروضه يقبل الاختبار التجريبي. ولكن الاختبار

التجربى للفروض من الممكن أن يقال أنه سمة مميزة لكل العلوم الطبيعية وحدها فهم لا يقيم خطأ فاصلا بين العلم الطبيعى والاجتماعى لأن إجراءات الاختبار التجربى تستخدم أيضا في علم النفس وعلم الاجتماع ولكن إلى مدى أقل . وأيضاً يتزايد باطراد نطاق الاختبار التجربى مع التقدم فى التكنولوجيا الأساسية . وأكثر من ذلك ليست كل الفروض فى العلوم الطبيعية تقبل الاختبار التجربى . وعلى سبيل المثال القانون الذى صاغه ليفييت وشابلى للتميرات الدورية فى شدة الإضاءة فى خط معين لنجم متغير يسمى كلاسيكيا سفايد . يقرر القانون أنه كلما كانت الفترة ف مثل هذا النجم أطول ، أى الفاصل الزمانى بين حالتين متعاقبتين من شدة الإضاءة كلما كان ضوءها الذاتى أعظم . وبصفة كمية $m = -(1 + b \cdot \text{فترة طويله} \cdot f)$ حيث m الجرم الذى يتغير بالتعريف تغيرا عكسيا مع شدة الإضاءة للنجم . يتضمن هذا القانون من الناحية الاستنباطية أى عدد من القضايا الاختبارية التى تقرر ما سيكون عليه جرم سفايد إذا كان لفراته هذه أو تلك القيمة الخاصة . وعلى سبيل المثال ٣ يوم أو ١٧٥ يوما . ولكن سفايد بفراته النوعية لا يمكن أن نوجده متى شئنا . ومن ثم لا يمكن أن يختبر القانون تجريبياً . وبالأحرى لا بد للفلكى أن يذرع السموات بحثا عن حالات سفايد جديدة . وعليه بعد ذلك أن يحاول التأكد مما إذا كان حجمها وفترةها يتناسبان مع القانون الافتراضى :

٣ — ٢ دور الفروض المساعدة :

قلنا قبل أن اللزومات الاختبارية تستخلص من الفروض موضع الاختبار . إلا أن هذه القضية تشير فقط إلى العلاقة بين الفرض والقضايا التى تستخدم باعتبارها لزوماته الإختبارية . وفى واقع الأمر من الممكن استنباطيا أن

نستخلص من الفرض قضايا شرطية معينة تستخدم كقضايا اختبارية لهذا الفرض وكما رأينا يتضمن قانون ليفييت / شابلن استنباطاً لقضايا من الصورة .

« إذا كان النجم π في حالة سفيد وله مدة أيام كثيرة إذن سيكون جرمه كذا وكذا . ولكن غالباً ما يكون استخدام اللزوم الاختباري أقل بساطة وحتماً . ولتأخذ على سبيل المثال فرض سيمليوز القائل بأن حيى النفاس يحدثها التلوث بالمادة المعدية . لنفحص اللزوم الاختباري القائل بأنه إذا كان على الأشخاص القائمين على رعاية المرضى أن يفسلوا أيديهم بمحلول الجير المنقى بالكور فإن نسبة الوفاة حينئذ من حيى النفاس تقل . هذه القضية لا تنتج استنباطياً من الفرض وحده . فاشتقاقها يفترض مسبقاً المقدمة الإضافية القائلة بأنه بخلاف الصابون والماء وحدهما سيقضى محلول الجير المنقى بالكور على المادة المعدية . هذه المقدمة التى يسلم بها ضمناً فى البرهان تلعب دوراً فيما نطلق عليه الفرض المساعد فى اشتقاق القضية الاختبارية من فرض سيمليوز ومن ثم لا يجوز لنا أن نقرر هنا أنه إذا كان الفرض « ف » صادقاً كان اللزوم الاختباري « ل » كذلك ولكن إذا كان كل من ف والفرض المساعد صادقين كان اللزوم الاختباري « ل » كذلك .

الاعتماد على الفروض المساعدة هو القاعدة أكثر منه الاستثناء فى اختبار الفروض العلمية وله نتائج هامة لمسألة ما إذا كانت نتيجة من نتائج الاختبار غير موافقة لواحدة من النتائج التى تبين أن « ل » كاذبة . فقط يمكن التمسك بها لخفض الفرض موضع الاختبار .

إذا كانت « ف » وحدها تتضمن « ل » وكانت النتائج الإمبريقية تبين

أن ل كاذب كان لا بد من وصف « ف » بكونه كاذباً . ينتج هذا برهان الرفع (١٢) ولكن عندما تستخلص « ل » من ف في تعاطف مع فرض أو أكثر من الفروض المساعدة م يجب أن يستبدل الشكل (١٢) بالشكل الآتي :

إذا كان كل من « ف » ، « م » صادقين كانت ل كذلك

ولكن (كما تبين البينة) ل ليس صادقا

ف ، م ليس كلاهما صادقا

ومن ثم إذا كان الاختبار يبين أن « ل » كاذب أمكن أن يستدل عن أن كلا من الفرض والفروض المساعدة المتضمنة في م لا بد كاذبة . ولذلك لا يمدنا الاختبار بأسباب قوية لرفض « ف » . وعلى سبيل المثال إذا كان الإجراء المطهر الذي أدخله سيموليز قد ترتب عليه انخفاض معدل الوفاة لكان محتملا أن يظل فرض سيموليز صادقا . فالنتيجة السلبية للاختبار قد تعزى إلى عدم فاعلية محلول الجير المتى بالكور كمطهر .

هذا النوع من المواقف ليس احتمالا مجرداً فحسب . فالقلكي تيخوبراهة الذي أمدتنا ملاحظاته الدقيقة بالأساس الامبريقي لقوانين كبلر عن حركة الكواكب السيارة رفض تصور كوبرنيكوس أن الأرض تتحرك حول الشمس وقدم السبب الآتي من بين أسباب أخرى .

إذا كان فرض كوبرنيكوس صادقا كان الاتجاه الذي يرى فيه ملاحظ على الأرض نجما ثابتاً في السماء في وقت محدد من النهار لا بد وأن يتغير بالتدريج لأنه في مجرى الرحلة السنوية للأرض حول الشمس يلاحظ النجم

من نقطة مميزة بتغير باطراد كما يلاحظ طفل على أرجوحة الخليل وجهها مشاهداً من نقطة متميزة متغيرة ولذلك يراه في اتجاه متغير باستمرار على الدوام وبالتحديد أكثر إن الاتجاه من الملاحظ إلى النجم لا بد وأن يتغير دورياً بين طرفين في مقابل النقط المتميزة المناظرة على مدار الأرض حول الشمس . والزاوية المقابلة لهذه النقط تسمى بالاختلاف السنوي للنجم . فكلما كان النجم أبعد من الأرض كلما كان اختلاف منظره أضعافاً . ولقد بحث تيخوبراهة قبل إدخال الفلكوكوب بأدواته البالغة الدقة عن البيئة لمثل هذه الحركات التزيحية للنجوم الثوابت ولم يجد بيئة واحدة ولذلك رفض الفرض القائل بحركة الأرض . ولكن اللزوم الاختباري القائل بأن النجوم الثوابت تكشف عن حركات التزيح الملاحظة يمكن أن يستخلص من فرض كوبرنيكوس وحده وبمعاونة الفرض المساعد القائل بأن النجوم الثوابت قريبة من الأرض لدرجة أن حركاتها التزيحية كبيرة بدرجة كافية لرصدها بواسطة أدوات تيخوبراهة . لقد كان تيخوبراهة على وعي بعمل الفرض المساعد واعتقد أن لديه أسباباً لاعتباره صادقاً . ومن ثم أحس بأنه مضطر لطرح تصور كوبرنيكوس . ومنذ هذا الوقت وجد أن النجوم الثوابت تكشف عن الإزاحات في مواقع الكواكب . ولكن وجد أن فرض كوبرنيكوس المساعد كان خاطئاً . حتى أقرب النجوم الثوابت كان أشد بعداً مما افترض هو وكذلك تطلبت مقاييس التزيح تلكوكوبات قوية وتجهيزات فنية بالغة الدقة . وأول مقياس لتزيح نجمي مقبول بوجه عام أجرى سنة ١٨٣٨ .

وتصل دلالة الفروض المساعدة في الاختبار إلى أبعد حد . لنفرض أن الفرض «ف» اختبر بضبط اللزوم الاختباري إذا كان «ج» «إذن هـ»

الذى يستخلص من ف ومجموعة من الفروض المساعدة « م » يصل الاختبار نهائياً إلى ضبط ما إذا كانت ه تحدث أو لا تحدث في موضع اختبار تتحقق فيه الشروط « ج » وفقاً لأفضل ما يعرفه الباث . إذا لم تكن هذه هي الحالة في واقع الأمر وإذا كانت معدات الاختبار على سبيل المثال خاطئة أو غير حاسمة بالقدر الكافي فقد تحقق ه في أن تحدث حتى إذا كان كل من ف ، م صادقا . ولهذا السبب فإن المجموعة الكلية للفروض المساعدة يمكن أن يقال إنها تتضمن افتراض أن نظام الاختبار يفي بالشروط الخاصة بـ « ج » .

هذه النقطة هامة بصفة خاصة عندما يكون الفرض موضع التحقيق قد صمد جيد في الاختبارات السابقة وكان جزءاً أساسياً من نسق أكبر لفروض متحدة لدرجة أنها تتأيد ببيئة أخرى متعارضة . وفي حالة كهذه من المحتمل أن يبذل جهد لتفسير عدم حدوث « ه » ببيان أن الشروط « ج » لم تكن مستوفاة في الاختبار . وكثال لفحص الفرض القائل بأن الشحنات الكهربائية لها بنية ذرية وأنها جميعاً تضعيف تكاملية لشحنة الذرة من الكهرباء (الإلكترون) لقي هذا الفرض تأييداً بالغ الأثر من التجارب التي أجراها ميليكيان سنة ١٩٠٩ وما بعدها . في الشحنة الكهربائية للذرة الفردية في هذه التجارب وقطرات بالغة الصغر من سائل ما من السوائل كالزيت أو الزئبق حددت بقياس سرعات النقاط الصغيرة بينما تنساقط في الهواء بتأثير الجاذبية أو ترتفع بتأثير مجال كهربى مضاد . وجد ميليكيان أن كل الشحنات إما أنها متعادلة متساوية أو تضعيف تكاملية صغيرة لشحنة أساسية معينة تلك الشحنة التي عينها بناء على ذلك باعتبارها شحنة الكترون . وعلى

أساس القياسات الدقيقة والعديدة أعطى قيمتها بالوحدات الكهربائية الاستاتيكية باعتبارها ١٠×١٠^{-١٠} وسرعان ما تعدى هذا الفرض العالم الفيزيائي أهرنهافت في فيينا فأعلن أنه كرر تجربة ميليكيان ووجد الشحنات أصغر من الشحنة الإلكترونية التي عونها ميليكيان . في مناقشته لنتائج أهرنهافت^(١) اقترح ميليكيان مصادر عديدة محتملة للخطأ (أى انتهاكات لمطلوبات الاختبار) قد تفسر النتائج التجريبية الفلسفية الواضحة لأهرنهافت وذلك كالتبخر أثناء الملاحظة نقص وزن القطيرة ، تكوين قشرة مؤكسدة على قطرات الزيتيق المستخدمة في بعض تجارب أهرنهافت ، التأثير المزيج لجزئيات الفبار العالقة بالهواء ، القطرة التي كانت تستقر على بؤرة التلسكوب المستخدم في ملاحظتها ، انحراف القطرات الصغيرة جداً عن الشكل الكروي المطلوب . الأخطاء التي يمكن تجنبها في توقيت حركات الجزئيات الصغيرة وبالإشارة إلى التفسيق من الجزئيات المنحرفة المشاهدة والمسجلة بواسطة باحث آخر أجرى التجربة على قطرات الزيت . يستنتج « ميليكيان » أن التفسير الوحيد الممكن عندئذ والذي يمكن إضماؤه على هاتين الجزئيتين هو أنه لم تكن هناك كرات من الزيت ، بل جزئيات من الفبار (ص ١٦٩ — ١٧٠) . ويلاحظ ميليكيان بعد ذلك أن نتائج التكرارات الأكثر دقة لتجربة كانت متفقة أساساً مع النتيجة التي أعلنها قبلاً . ويستمر أهرنهافت لسنوات طويلة مدافعاً . وبعد ذلك يوسع نتائجه الخاصة بالشحنات تحت الإلكترونية ولكن غيره من الفيزيائيين كانوا عاجزين

(١) انظر الفصل الثامن من كتاب ميليكيان (الألكترون) شيكاغو — مطبعة جامعة شيكاغو سنة ١٩١٧ أعيد طبعه مع مقدمة من Z.W.M. Dumond سنة ١٩٦٢

عن إعادة توليد نتائجها وبقي مصانا التصور الذرى للشحنة الكهربائية غير أن قيمة ميليكيان العددية للشحنة الإلكترونية وجد مؤخراً أنها بالغة الصغر نوعاً ما . ومن المثير أن الانحراف كان أثراً خطأ في أحد الفروض المساعدة الخاصة بميليكيان . إذا استخدم قيمة منخفضة للغاية للزوجة الهواء في تقييم معطيات قطرة زيتية .

٣ — ٣ الاختبارات الحاسمة :

إن الملاحظات السابقة ذات أهمية أيضاً لفكرة الاختبار الحاسم التى يمكن أن توصف بإيجاز على النحو التالى افرض أن F_1 ، F_2 فرضان متنافسان بخصوص موضوع معين وأنها صمدا إلى حد بعيد وبقدر متساو فى الاختبارات الامبريقية لدرجة أن البينة التى فى متناول أيدينا لا تفضل أحدهما على الآخر . يمكن التوصل إلى اتخاذ قرار بشأنها إذ أمكن تحديد اختبار للفرضين تنبأ بنتائج متضاربة أى إذا كان بالنسبة لنوع معين من شروط الاختبار ط أنتج الفرض الأول الزوم الاختبارى القائل « إذا كان ط إذن هـ » وأنتج الفرض الثانى الزوم الاختبارى القائل « إذا كان ط إذن هـ » حيث هـ ، هـ نتيجتان استبعدتا بالتبادل .

إجراء الاختبار الحاسم من المفترض أن يدحض أحد الفرضين وبؤيد الآخر : إن مثالا كلاسيكياً هو التجربة التى أجراها فوكيه لاتخاذ قرار بصدد تصورين عن طبيعة الضوء متنافسين . أحد التصورين قدمه هايجنز وطوره فيما بعد فريزنيل ويونج اللذان قالاً بأن الضوء يتألف من موجات عرضية منتشرة فى وسط أثيرى وكان التصور الثانى لطبيعة الضوء هو تصور نيوتن الجسمى القائل بأن الضوء يتألف من جزيئات صغيرة للغاية متطايرة بسرعة

فأثقة . كلا التصورين سمح باستخلاص النتيجة القائلة بأن أشعة الضوء لا بد وأن تتطابق مع قوانين الانتشار للأشعة الضوئية في خطوط مستقيمة وكذلك قوانين الانعكاس والانكسار الضوئية . ولكن التصور الموجى أدى إلى اللزوم الاختبارى القائل بأن الضوء يسير في الهواء أسرع منه في الماء بينما التصور الجسيمى يؤدى إلى نتيجة مضادة . وفى سنة ١٥٨٠ نجح فوكيه في إجراء تجربة قارن فيها بين سرعة الضوء في الهواء مباشرة فأنتجت صورتين لقطعتين ضوئيتين منبعثتين بواسطة أشعة الضوء للمارة عبر الهواء والماء على التوالي ، ثم تمكسان في مرآة تدور بسرعة فائقة واعتماداً على أن سرعة الضوء في الهواء أعظم أو أقل منها في الماء تظهر صورة المصدر الضوئى الأول إلى اليمين أو اليسار من المصدر الضوئى الثانى . ولذلك أمكن أن نوضع بإيجاز اللزومات الاختبارية المتضاربة التى تضبطها هذه التجربة على النحو الآتى :

إذا أجريت تجربة فوكيه تظهر الصورة الأولى إلى يمين الصورة الثانية وإذا أجريت تجربة فوكيه تظهر الصورة الأولى إلى يسار الصورة الثانية . وقد أبانت التجربة عن أن اللزوم الاختبارى الأول كان صادقا . واعتبرت هذه النتيجة دحضاً على نطاق واسع للتصور الجسيمى عن الضوء وانتصاراً حاسماً للتصور الموجى . ولكن هذا الاستحسان للتصور الموجى وعلى الرغم من كونه طبيعياً غالى في تقدير قوة الاختبار لأن القضية القائلة بأن الضوء يسير في الماء أسرع منه في الهواء لا تنتج ببساطة من التصور العام لأشعة الضوء باعتبارها تيارات من الجزيئات . فذلك الافتراض غير محدود بقدر كبير ولحد أنه لا ينتج نتائج كمية مميّنة .

واللزومات الاختبارية لقوانين الانعكاس والانكسار الضوئيتين وقضية سرعة الضوء في الهواء وفي الماء يمكن استخلاصها عندما يكون التصور الجسيمي تاماً بافتراضات نوعية خاصة بحركة الجسيمات والتأثير الواقع عليها من الوسط المحيط بها . لقد حدد نيوتن هذه الافتراضات وفي عمله هذا قدم نظرية محددة خاصة بانتشار للضوء ^(١) .

إنها المجموعة السكلية لتلك المبادئ النظرية الأساسية التي تؤدي إلى نتائج مختبرة تجريبياً كتلك التي اختبرها فوكيه . وبالمثل تمت صياغة التصور الموجي كنظرية تأسست على مجموعة من الافتراضات النوعية عن انتشار موجات الأثير في أوساط بصرية مختلفة إنها هذه المجموعة من المبادئ النظرية التي تضمنت قوانين الانعكاس والانكسار الضوئيتين والقضية القائلة بأن سرعة الضوء في الهواء أعظم منه في الماء . وبالتالي بفضل صدق كل الفروض الأخرى المساعدة تميز لنا الحصلة النهائية لتجربة فوكيه أن نستنتج أنه ليست كل الافتراضات الأساسية أو المبادئ للنظرية الجسيمية من الممكن أن تكون صادقة ، على الأقل أحد الفرضين لا بد وأن يكون كاذباً . ولكها لا تخبرنا أيها الذي يتعين علينا دحضه من هنا يبقى احتمال أن الجزئيات الشبيهة بامتداف التي تلعب دوراً في انتشار الضوء يمكن الاحتفاظ بها في صوره معدلة إلى حد ما متحدداً مجموعة من القوانين الأساسية . وفي سنة ١٩٠٥ عرض أينشتين رواية معدلة للتصور الجسيمي في نظريته عن كات أو فوتونات الضوء كما تأتي لها أن تسمى . والبيئة التي استشهد بها في تأييد نظريته تضمنت تجربة أجراها لينارد سنة ١٩٠٣ وصفها أينشتين بأنها

(١) صورة ووظيفة النظريات ستفصّل فيما بعد في الفصل السادس .

التجربة الثانية الحاكمة بخصوص التصورين الموجي والجسمي ولاحظ أنها استبعدت النظرية الموجية الكلاسيكية والتي استبدلت فيها في ذلك الوقت فكرة الذبذبات المترددة في الأثير بفكرة عن الموجات المغناطيسية المستعرضة طورها ماكسويل وهرتز. تجربة لينارد متضمنة الأثر الفوتوكهرني يمكن النظر إليها باعتبار أنها تختبر التضيئين اللزوميتين المتنافستين بخصوص طاقة الضوء. إن نقطة من النقط المشعة ولتكن «ن» يمكن أن تنقل خلال وحدة زمانية ثابتة إلا حد ما إلى حائل صغير يكون منتصباً للأشعة الضوئية.

على أساس النظرية الموجية الكلاسيكية تتناقض تدريجياً وباستمرار طاقة الضوء في اتجاه الصفر كلما تحرك الحائل بعيداً عن النقطة «ن».

وعلى أساس نظرية الفوتون لا بد وأن تكون الطاقة تلك التي يحملها فوتون منفرد إذا لم يصطدم الفوتون بالحائل خلال الفترة الزمنية المحددة. ففي هذه الحالة تكون الطاقة المستقبلية صفراً ومن ثم لن يكون ثمة تناقض مستمر نحو الصفر.

لقد تمخضت تجربة لينارد عن هذا البديل الأخير إلا أن التصور الموجي مع ذلك لم يطرح تماماً وقد أوضحت نتيجة التجربة مدى الحاجة إلى بعض التعديل في نسق الافتراضات الأساسية للنظرية الموجية. لقد حاول أينشتاين أن يعدل النظرية الكلاسيكية إلى أدنى حد ممكن^(١) إن التجربة إجمالاً لا يمكن أن تدحض تماماً واحداً من الفرضين المتنافسين. ولا تستقيم أن تثبت أو تقيم بالتحديد أحدهما. لأنه كما لا حظنا في القسم ٢/٢ لا يمكن أن

(١) نرفس هذا مثال باستفاضة في الفصل الثامن من كتاب فرانك (فلسفة العلم) انجلويد كليفتون ج برنيس هول الكتب للطباعة سنة ١٩٢٠.

تبرهن الفروض والنظريات العلمية بشكل حاسم بواسطة مجموعة من المعطيات التي في متناول أيدينا لا يهم كم هي دقيقة وشاملة. يتضح هذا بوجه خاص بالنسبة للفروض والنظريات التي تتضمن قوانين عامة كما في الظواهر التي لا تشاهد مباشرة كما في حالة النظريات الضوئية المتنافسة أو بالنسبة للظواهر التي تقبل الملاحظة والقياس كما في حالة السقوط الحر.

يشير قانون جاليليو في سقوط الأجسام إلى الشواهد للسقوط الحر في الماضي والحاضر والمستقبل في حين أن البيئة المتاحة يمكن أن تستوفي فقط تلك المجموعة الصغيرة من الحالات المنتمية إلى الماضي والتي نعت فيها القياسات الدقيقة. وإذا كانت قانون جاليليو مستوفيا الحالات موضع الملاحظة فمن الواضح أن هذا لا يحول دون إمكانية أن بعض الحالات غير الملاحظة في الماضي أو المستقبل قد لا تتطابق معه أو باختصار لا يستطعم الاختبار الحاسم أن يبطل فرضاً ويثبت آخر. وعلى هذا النحو استقر في الأذهان أن التجربة الحاسمة مستحيلة في العلم^(١) ولكن تجربة كتجربة فوكيه أو تجربة لينارد قد تكون حاسمة بمعنى أعمق تحديدًا. فقد تزيج واحدة من النظريتين المتنافستين باعتبارها غير وافية بالفرض لدرجة كافية وتمنح تأييداً قوياً لمافستها: ونتيجة لذلك قد تحدث تأثيراً حاسماً في اتجاهات التفكير والتجريب التاليين:

(١) هذه هي الفتوى المشهورة لفزيائي الفرنسي والمؤرخ لعلم بيير دوهم انظر الجزء الثاني الفصل السادس من كتابه (هدف وبيئة النظرية الفيزيائية) ترجمة P.P. Wiener - رنستون مطبعة جامعة برنستون سنة ١٩٥٤ نشر أصلاً سنة ١٩٠٥ في مقدمته للترجمة الإنجليزية. يضمن لويس دي برولي بعض الملاحظات المثيرة عن هذه الفكرة.

٣ — ٤ الفروض العينية :

إذا كانت طريقة من الطرق الخاصة باختبار الفرض «ف» تفرض قبل الفروض المساعدة $٢' ٢ - ٢$ أى إذا استخدمت هذه الفروض كقدمات إضافية فى اشتقاق اللزوم الاختبارى المناسب ل من ف فكما رأينا قبلًا يكون إذن نتيجة سلبية للاختبار تبين أن «ل» كاذبة وأن ف أو أحد الفروض المساعدة لا بد وأن يكون كاذبا وأن تغييرا ما لا بد وأن يتم فى موضع ما فى هذه المجموعة من القضايا إذا أريد لنتيجة الاختبار أن تكون مناسبة . إن تعديلا ملائما قد يتم بتعديل «ف» أو طرحه تماما أو إجراء تغيير فى نسق الفروض المساعدة . ومبدئيا قد يكون ممكنا الإبقاء على «ف» حتى فى مواجهة نتائج الاختبار المخالفة بدرجة كبيرة . وذلك بشرط أن تكون لدينا الرغبة فى القيام بمراجعات أساسية بين الفروض المساعدة وبدرجة شاقة وعسيرة .

على أن العلم ليس مهما على هذا النحو بالاحتفاظ بفروضه ونظرياته مهما كانت التكلفة ولأجل دواع طيبة لنختبر مثلا : قبل أن يقدم تورشيلالى تصويره لضغط بحر من الهواء كان يسر عمل المضخات الرافعة بفكرة أن الطبيعة تكره الخلاء وأن الماء نتيجة لذلك يندفع صعودا فى ماسورة المضخة لشغل الفراغ الذى خلفه رفع الغطاء . واستخدمت نفس الفكرة أيضا لتفسير ظواهر أخرى عديدة .

وعندما كتب باسكال إلى بيريه سائلا إياه القيام بتجربة باى دى دوم كانت حجته فى ذلك أن النتيجة المتوقعة قد تكون دحضا تماما لذلك التصور.

فإذا تصادف أن كان ارتفاع الزئبق السريع أقل عند قمة الجبل منه عند السفح لنتج بالضرورة أن كثافة وضغط الهواء كان السبب الوحيد لهذا التعاقب للزئبق وليس كره الطبيعة للخلاء فمن المؤكد أن هواءاً كثيراً يضغط على سفح الجبل أكثر مما هنالك عند القمة^(١) .

لا يمكن الدراء أن يقول أن الطبيعة تكررة الخلاء عند سفح الجبل أكثر منه عند قمته . ولكن الملاحظة الأخيرة تشير بالفعل إلى طريقة من الطرق التي أمكن فيها إنقاذ تصور الفراغ للفزع في مواجهة نتائج يريه . نتائج يريه بيئة قاطمة ضد ذلك التصور عن الفرض المساعد القائل بأن قوة الفزع لا تتوقف على الوضع (الحل) للتوفيق بين بيئة يريه الظاهرة التضاد وفكرة الفراغ للفزع . يكفي أن نقدم بدلا منها الفرض المساعد القائل بأن كره الطبيعة للخلاء يتناقص مع زيادة الارتفاع . ولكن حيث أن هذا الفرض ليس مستحيلا من الناحية المنطقية وليس ظاهرا البطلان فهو يقبل المعارضة من وجهة نظر العلم لأنه يكون قد قدم فرضاً عينياً أى لأجل غرض وحيد هو إنقاذ فرض مهدد من بيئة معارضة تهدد خطيراً قد لا تستدعيه نتائج أخرى . وهو لا يؤدي إلى لزومات اختبارية إضافية . ففرض ضغط الهواء من ناحية أخرى يؤدي إلى مزيد من اللزومات . ويذكر باسكال على سبيل المثال أنه إذا حمل بالون متنفخ جزئياً إلى أعلى جبل لكان أكثر ارتفاعاً على القمة .

وحوالى منتصف القرن السابع عشر تمسكت مجموعة من الفزيائيين القائلين

(١) من خط - ١١٠ باسكال في ١٥ نوفمبر سنة ١٦٤٧ في ترجمة سبيزرسائل : باسكال الفزيائية ٥ نيويورك - مطبعة جامعه كولومبيا سنة ١٩٣٧ ص ١٠١ .

بالملاء بأن الخلاء لا وجود له في الطبيعة وأنه كي تنفذ هذا الفرض في مواجهة تجربة تورشمالى قدم أحدهم فرضاً عينيّاً مؤداه أن الزئبق كان قائماً في مكانه بواسطة « الحبل السرى » ثمة خيط غير مرئى بواسطته يعلق من أعلى السطح الداخلى للأنبوبة الزجاجية . ووفقاً لنظرية هامة من الناحية المبدئية تمت في القرن الثامن عشر وهي القائلة :

بأن احتراق المعادن يتضمن تطاير الجوهر المسمى « الفلوجستين » .

كان هذا التصور مطروحاً مؤخراً استجابة للعمل التجريبي الذي قام به لانوازيه والذي بين أن الناتج النهائي لعملية الاحتراق أكبر وزناً من المعدن الأصلي . ولكن بعض الأتباع النقشيين بنظرية الفلوجستين حاولوا التوفيق بين تصورهم ونتيجة لانوازيه بتقديم فرض عيني قائل إن الفلوجستين له وزن سالب بحيث أن تطايره يزيد وزن المتخلف عن الاحتراق

إلا أننا ينبغي أن نذكر أنه مع الإفادة من التصور الأخير يبدو من اليسور أن نطرح تصورات علمية معينة من الماضى باعتبارها فروضاً عينية بينما يكون من الصعوبة أن نصدر حكماً على الفرض موضع الدراسة في سياق معاصر . ففي واقع الأمر ليس ثمة معيار دقيق للفروض العينية مع أن الأسئلة المقترحة مبكراً تزودنا ببعض الاسترشاد . هل الفرض المقدم فقط لإنقاذ تصور متعارف ضد بيئة مخالفة أم يفسر ظواهر أخرى هل ينتج لزومات اختبارية متميزة . وثمة اعتبار آخر له مايناسبه إذا كان الكثير من الفروض يتعين تقديمها للتوفيق بين تصور أساسى معين وبيئة جديدة في متناول أيدينا فإن النسق الكلى الناتج يصبح في نهاية الأمر معقداً لدرجة أنه لا بد وأن ينهار عند تقديم تصور بديل بسيط .

٣ — ٥ القابلية للاختبار من حيث المبدأ والمحتوى الامبريقي :

كما تبين من المناقشة السابقة ليس ثمة قضية أو مجموعة من القضايا « ق » يمكن تقديمها باعتبارها فروضا أو نظريات هامة ما لم تخضع للاختبار الامبريقي على الأقل من حيث المبدأ . ويعنى هذا أنه يمكن أن نستخلص من « ق » بالمعنى الواسع الذى تناولناه لزومات (قضايا لزومية) اختبارية معينة ذات الصورة « إذا تحققت شروط الاختبار ج يحدث إذن الناتج ه » . ولكن الشروط الاختبارية لا تحتاج لأن تتحقق أو أن تكون قابلة للتحقق تكنولوجيا في الوقت الذى تعرض فيه أو تنظر « ق » . وعلى سبيل المثال الفرض القائل بأن المسافة التى يقطعها في ق من الثواني جسم يسقط سقوطا حرا من السكون بالقرب من سطح القمر هي $s = ٢.٧ ق^2$ (قدما مربعا) إنها استنباطيا تنفتح مجموعة من القضايا اللزومية الاختبارية إلى حد أن المسافات التى يقطعها مثل هذا الجسم في ١ ، ٢ ، ٣ من الثواني ستكون ٢.٧ ، ١٠.٨ ، ٢٤.٣ قدما مربعا . وعندئذ يكون الفرض قابلا للاختبار من حيث المبدأ ولو أنه لا يزال من المستحيل إجراء الاختبار الم عين هنا .

ولكن إذا كانت قضية ما من القضايا أو مجموعة من القضايا ليست قابلة للاختبار على الأقل من حيث المبدأ وبعبارة أخرى إذا لم تكن لها لزومات اختبارية على الإطلاق . لما أمكن تقديمها أو التفكير فيها باعتبارها فروضا علميا أو نظرية علمية لأنه ليس ثمة ناتج امبريقي يمكن تصويره بحيث يتفق أو يتضار معهما وفي هذه الحالة لن تكون ثمة علاقة للقضية بالظواهر الإمبريقية أو بمعنى آخر نقول إنها تفتقر المحتوى الامبريقي . وعلى سبيل المثال وجهة النظر القائلة بأن التجاذب الجاذبي المتبادل للأجسام الفيزيقية

هو إظهار لشهوات أو نزعات طبيعية وثيقة الصلة بالحب موجودة في تلك الأجسام بالفطرة تجعل حركاتها الطبيعية مقبولة وممكنة^(١).

أى لزومات اختبارية يمكن استخلاصها من هذا التفسير للظواهر الجاذبة اذا ما اخترنا بعض الأوجه المميزة للحب في معناه المشهور لوجدنا أن هذه النظرة تتضمن أن التجاذب الجاذبى لا بد وأن يكون ظاهرة انتقائية . وليس مجرد أن كل جسمين فيزيقيين لا بد وأن ينجذبا لبعضهما . وليس بالضرورة أن قوة الميل من جسم لآخر مساوية دائما لقوة الجسم المقابل له ولاهى بالضرورة تتوقف على كتل الأجسام أو أبعادها . ولما كانت النتائج المقترحة على هذا النحو من المعروف بطلانها كان واضحا أن التصور الذى نختبره لا يعنى تضمنها . فذلك التصور يدعى فحسب أن الميول الطبيعية الكامنة في التجاذب الجاذبى مرتبطة بالحب . ولكن هذا التقرير بحالته الراهنة مفضل لدرجة أنه يحول دون استخلاص لزومات أى اختبارية . وليس ثمة نتائج امبريقية معينة يستدعيها هذا التفسير . ولا يمكن لأى معطيات موضع ملاحظة أو تجربة أن تؤيده أو تعارضه . فليس له لزومات تتعلق بالظواهر الجاذبة وبالتالى يستحيل أن يفسرها أو أن يجعلها مقبولة . ولزيد من الإيضاح نفترض أنه كان على شخص ما أن يقدم فرضا بديلا يقول بأن الأجسام الفيزيقية يجذب كل منها الآخر جاذبيا وينزع الواحد منها إلى التحرك نحو الآخر عن ميل طبيعى شبيه بالسكرائية مع ميل طبيعى إلى أن تصدم وتدمر غيرها من الأجسام الفيزيقية هل ثمة سبيل للحكم على هاتين

(١) عرضت هذه الفكرة على سبيل المثال في كتاب (أويراين) الجاذبية والحب كبديين متوحدتين « التومانية جلد ١ ، ٢ سنة ١٩٥٨ ص ١٨٤ — ١٩٣ .

الفئتين المتعارضتين . من الواضح أن الجواب بالنفي .

لا ينتج عن أيهما قضايا لزومية اختيارية ، والتمييز الامبريقي بينهما مستحيل . ولا يعنى هذا أن الموضوع عميق لدرجة أنه يستعصى على القرار العلمى . فالتفسيران المتعارضان حرفياً لا يقدمان تبريراً على الإطلاق ومن ثم مسألة ما إذا كانا صادقين أم كاذبين ليست بذات معنى . وهذا هو السبب فى أن البحث العلمى لا يمكن أن يفصل بينهما . فهذه أشباه فروض من حيث النظم فقط ومع ذلك ينبغى أن يسفر فى الأذهان أن الفرض العلمى تنتج عنه قضايا لزومية تختبر فقط عندما يرتبط بفروض مساعدة مناسبة . وهكذا فإن تصور تورشيللى عن الضغط الذى يمارسه بحر من الهواء ينتج عنه لزومات اختيارية محدودة على اعتبار أن ضغط الهواء عرضة لقوانين مماثلة لتلك التى يخضع لها ضغط الهواء .

وعلى سبيل المثال يمكن هذا الفرض فى تجربة باى دى دوم وفى الحكم على احتواء الفرض المتقدم لمحتوى امبريقي . ولذلك لا بد وأن نسأل أنفسنا عن الفروض المساعدة التى افترضت قبلاً صراحة أو ضمناً فى السياق المعطى وما إذا كانت هذه الفروض تتسق مع السياق . ينتج الفرض المتقدم قضايا لزومية اختيارية (غير تلك التى تستخلص من الفروض المساعدة وحدها) .

وفضلاً عن ذلك غالباً ما يتم إدخال الفكرة العلمية فى صورة أولية تقدم فقط إمكانيات محدودة وواهية للاختبار وعلى أساس هذه الاختبارات الأولية تقدم صورة أكثر تحديداً ودقة وتقبل الاختبار بشكل مخالف .

ولهذه الأسباب ولأسباب أخرى تذهب بنا بعيداً^(١) ..

ليس يمكننا أن نرسم حداً فاصلاً بين الفروض والنظريات التي تقبل الاختبار من حيث المبدأ وتلك التي لا تقبل . ولكن على الرغم من أن التمييز المشار إليه هنا غامض بعض الشيء ، إلا أنه هام وينير السبيل أمام تقدير مغزى القوة التفسيرية للفروض والنظريات المندمة .

٤ - محكات التأييد والقبول :

كما لاحظنا قبلاً لا تستطيع النتيجة الموافقة لاختبارات شاملة دقيقة أن تزودنا ببرهان حاسم لفرض من الفروض . بل فقط بيينة مؤيدة بدرجة أكبر أو أصغر . وتعتمد قوة التأييد لفرض من الفروض على خصائص متباينة للبيينة . تلك الخصائص هي التي نتناولها الآن فيما نطلق عليه القبول العلمى لفرض من الفروض . فإن العامل الهام هو بالطبع مدى وطابع البيينة التي في متناول أيدينا وقوة التأييد الذي تمنحه البيينة للفرض . هناك عوامل أخرى تدخل في الاعتبار نقوم بمسحها في هذا الفصل . تتكلم أولاً وبطريقة خلدسية إلى حد ما عن التأييد الأكثر أو الأقل قوة لعوامل تقوى أو تضعف الثقة بالفرض ، وفي نهاية الفصل نعرض لإمكانية التفسير الكمي الدقيق للفروض .

٤ - ١ كمية ونوعية ودقة البيينة المؤيدة :

في غياب البيينة المناسبة ينظر إلى تأييد الفرض من الفروض على أنه يزود

(١) نوقشت هذه المسألة بتفصيل أوسع في مجلد آخر من هذه السلسلة : وليم ألتون : « فلسفة العلم » الفصل الرابع ، وتوجد مناقشة فنية كاملة في مقالة « المحكات الاستدلالية للمفاهيم ومشكلات وتغييرات في كتاب كارل هوبل « أوجه التفسير العلمى » نيويورك : الطبعة الحرة سنة ١٩٦٥ .

بزيادة عدد النتائج الاختبارية المواتية . وعلى سبيل المثال كل متغير جديد من حالات سفايد الذى وجد أن فقرته واستنارته تتفق وقانون ليفيت اشابلى ينظر إليه باعتبار أنه تأييد للقانون عن طريق البنية ، تفصيلا نقول أن الزيادة فى التأييد الناتج عن شاهد واحد إيجابى ستصبح بوجه عام أقل كلما زاد عدد الشواهد المؤيدة القائمة قبلا . إذا كانت الآلاف من الشواهد المؤيدة فى متناول أيدينا كانت إضافة شاهد إيجابى جديد رافعة لدرجة التأييد ولكن إلى حد قليل .

هذه الملاحظة لا بد من تعديلها . إذا كانت الحالات السابقة قد حصلنا عليها باختبارات من نفس النوع . والنتيجة الجديدة هى النتيجة المترتبة على نوع مختلف من الاختبار .

كان تأييد القرض لا بد وأن يزيد بطريقة متميزة . تأييد الفرض من القروض لا يعتمد فقط على كم البينة الموافقة التى فى متناول أيدينا ولكن أيضا على تنوعها . فكلما كان التنوع شديدا كلما كان التأييد للنتيجة أقوى والفرض على سبيل المثال أن الفرض موضع البحث هو قانون سنيل الذى يقرر أن الشعاع الضوئى ينحرف من وسط بصرى إلى وسط آخر وينعكس على السطح الفاصل بحيث أن النسبة $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{1}{n}$ جاب لجيوب زوايا السقوط والانكسار تكون ثابتة لكل وسطين .

تقارن الآن ثلاث مجموعات من كل مائة اختبار . فى المجموعة الأولى يظل الوسطان وزوايا السقوط ثابتة . فى كل تجربة يمر الشعاع الضوئى من الهواء إلى الماء بزاوية سقوط مقدارها ٣٠ درجة . زاوية الانكسار تقاس . لنفرض أنه فى كل الحالات $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{1}{n}$ له نفس القيمة . فى المجموعة الثانية يظل الوسطان

ثابتين ولكن زاوية التغير . ير الشعاع من الهواء إلى الماء بزوايا مختلفة .
نقاس الزاوية « ب » .

ومرة أخرى لنفرض أن $\frac{1}{\text{جأ}}$ له نفس القيمة في كل الأحوال في المجموعة الثالثة يتغير الوسيطان والزاوية ١ ونفحص ٢٥ زوجا لمختلف الأوساط اذ لكل زوج أربع زوايا مختلفة . ولنفرض أنه بالنسبة لكل وسطي .
القيم الأربع المترابطة لنسبة $\frac{1}{\text{جأ}}$ متساوية بينما النسب المترابطة مع أزواج مختلفة لها قيم مختلفة .

تمثل كل مجموعة اختبار فئة من النتائج المناسبة من حيث أن النسب المترابطة مع أى وسطين وجد أنها متساوية كافي قانون سنيل ولكن المجموعة الثالثة التي تقدم التبيان الأعظم للشواهد الإيجابية ينظر إليها باعتبار أنها مؤيدة للقانون بدرجة أكبر من المجموعة الثانية التي تزود بشواهد مؤيدة لتبيان أكثر تحديدا . والفئة الأولى يتفق على أنها لا تمنح تأييدا للقانون ولو بدرجة أقل .

في الواقع قد يبدو أن التجربة يتم اجراؤها أكثر من مرة في المجموعة الأولى . والنتيجة الإيجابية في كل مائة حالة يمكن أن تؤيد الفرض ليس بدرجة أكبر مما يفعل الاختباران الأولان في المجموعة والذان يؤكدان ثبات النسبة . ولكن هذه الفكرة خاطئة فما تكرر هنا مائة مرة ليس حرقيا نفس التجربة . فاجراء التجربة لمرات عديدة يؤدي الى الاختلاف في وجوة كثيرة . وذلك مثل بعد الجهاز المستخدم في التجربة عن القمر وربما حرارة المصدر الضوئي للضغط الجوي وهكذا . والذي يبقى بعد ذلك هو ببساطة مجموعة معينة من الشروط تتضمن زاوية سقوط ثانية ووسطين معينين وحيث اذا

كان التماسان الأولان ينتجان في كل هذه الظروف نفس القيمة $\frac{1}{2}$ باقى
ممكنا من الذاحية المنطقية أن تنتج الاختبارات التالية في ظل الظروف المعينة
قيا مختلفة . فالاختبارات المفكرة التى تنتج نتائج موافقة تضيف إلى تأييد
الفرض بدرجة أقل مما تفعل الاختبارات المتنوعة في تناولها لقطاع أوسع
وأبين من الشواهد .

لقد كان بمقدور سيموليز الإشارة إلى قدر معقول من التباين بين المعطيات
التي منعت تأييدا بالبيئة لفرضه الأخير . فقالبا ما تتأيد النظريات العلمية
بالنتائج الامبريقية ذات التباين الشديد وعلى سبيل المثال تتضمن نظرية نيوتن
عن الجاذبية والحركة قوانين للسقوط الحر والحركة البندول وحركة القمر حول
الأرض وحركة الأفلاك حول الشمس وبالنسبة لحركة المدارات المذنبات
والتوابع السيارة من صنع الانسان وبالنسبة للحركة الازدواجية للنجوم حول
نفسها وبالنسبة لظواهر المد والجزر والكثير الكثير تمنح النتائج التجريبية
والملاحظة المتباينة والمعضة لتلك القوانين تأييدا لنظرية نيوتن . والسبب
في أن تباين البيئة هام في تأييد الفروض قد يوحى به الاعتبار التالى الذى
يشير إلى مثالنا عن الاختبارات المتنوعة لقانون سنيل . الفرض موضع الاختبار
- ولنطلق عليه س للاختصار - يشير إلى وسطين بصريين ويقرر أنه بالنسبة
لأى وسطين $\frac{1}{2}$ - لها نفس القيمة بالنسبة لزاويا السقوط والانكسار كما كان
المدى الذى تجرى فيه التجربة أوسع كلما كانت فرصة إيجاد شاهد معارض
أكبر إذا كان «س» لا بد وأن يكون كاذبا . وعلى هذا النحو يقال إن
المجموعة الأولى تختبر فرضا أكثر تحديدا «س» الذى يعبر فقط عن جزء
بسيط من قانون سنيل ألا وهو $\frac{1}{2}$ لها نفس القيمة كما كان الوسطان هما

الهواء والماء وإن الزاوية اختلفت عنها ٣٠° ومن ثم إذا كان س، لا بد وأن يكون صادقا بينما س كاذب فلن تسفر المجموعة الأولى من الاختبارات عن هذه النتيجة .

وبالمثل المجموعة الثانية من اختبارات الفرض س، التي تقرر بوضوح أكثر من س، ولكن بدرجة أقل من س أن $\frac{\text{جا أ}}{\text{جا ب}}$ لها نفس القيمة إذا كان لها نفس القيمة إذا كان الوسطان هما الهواء والماء ومن ثم إذا كان لـ س، أن يكون صادقا بينما س كاذب فلن تسفر المجموعة الثانية من الاختبارات عن هذه النتيجة ، وهكذا يمكن أن يقال إن المجموعة الثالثة تختبر قانون سنيل بطريقة أتم من المجموعتين السابقتين. فنتيجة مناسبة تمنح الفرض وفقا لذلك تأييدا .

وكبعض لقوة البيئة المتباينة نلاحظ أنه إذا كان التباين في البيئة لم يزل يتزايد كثيرا بتغيير درجة حرارة الأوساط البصرية أو باستخدام شعاع ضوئي وحيد اللون لأطوال موجية مختلفة فقد نجد قانون سنيل في صورته الكلاسيكية التي استعنا بها قبلا باطلا .

ولكن ألم نغال في تقدير البيئة المتباينة، بعد كل ما ذكرنا قد ينظر لبعض الوسائل في زيادة التنوع على أنها بغير معنى على أساس أنها لا تقدر على تأييد الفرض ، يصدق هذا الرأي على سبيل المثال إذا كان التنوع في المجموعة الاختبارية الأولى لقانون سنيل يزيد بإجراء التجارب في أماكن مختلفة وخلال الأوجه المختلفة للقرم وباشخاص مجربين ذوي أنظار مختلفة، ولكن محاولة مثل هذا التنوع مستحيلة إذا لم تكن لدينا أدنى معرفة عن العوامل التي من المحتمل أن تؤثر على المظاهر الضوئية، وعلى سبيل المثال في الوقت الذي

أجريت فيه تجربة بإى دى دوم لم تكن لدى المحررين أفكار محددة من العوامل الأخرى التى يمكن أن تؤثر على طول عمود الزئبق فى البارومتر بخلاف الارتفاع .

وحين أجرى صهر باسكال ومعاونوه تجربة تورشيللى على قمة الجبل ووجدوا أن عمود الزئبق أقصر بما يزيد عن ثلاث بوصات عنه عند سطح الجبل قرروا أن يمدوا التجربة مغيرين الظروف بشئ الطارق وكما يقول ييريه فى تقريره .

إننى إذاك حاولت نفس الشئ أكثر من خمس مرات بدقة بالغة فى مواضع مختلفة على قمة الجبل مرة تحت غطاء فى كنيسة صغيرة كانت هناك ومرة فى العراء ومرة فى ملتجأ . ومرة فى الزبح ومرة فى جو معتدل . وفى كل هذه المحاولات كان الارتفاع نفسه لعمود الزئبق . هذه النتيجة أقمعتها تماماً^(١) وهكذا وصف طرق معينة لتنوع التجربة باعتبارها هامة وطرق أخرى باعتبارها بغير معنى يعتمد على الافتراضات الخلفية التى تقبلها كنتيجة للبحث السابق الخاص بالتأثيرات المحتملة للعوامل المتنوعة على الظاهرة التى يدعى بها الفرض وعندما تكون مثل هذه الافتراضات موضع تساؤل والتباينات التجريبية وفقاً لهذا مقدمة بغير معنى فقد تكون النتيجة . كشفاً ثورياً . يتضح هذا بما جرى أخيراً من هدم لأحد الافتراضات الدعامية الأساسية فى الفيزياء مبدأ الاعتدال . وفقاً لهذا المبدأ تكون قوانين الطبيعة منصفة بين الثمين واليسار وإذا كان نوع معين من الإجراءات الفيزيائية ممكناً (أى إذا لم يكن حدوثه تموقعه قوانين الطبيعة) ففى هذا النوع تكون

(١) و غ . مارجن ، المحرر ، المصدر فى الفيزياء ص ٧٤

صورته المرئية (كما ترى في المرآة) أى كما ترى في المرآة العاكسة حيث
اليمين واليسار متبادلين . وفي سنة ١٩٥٦ كان العالمان يانج ولى يحاولان
تفسير بعض النتائج التجريبية الحيرة والخاصة بالجزئيات الأساسية فاقترحا
تنحية مبدأ الاعتدال في حالات معينة . ولقى فرضهما الجزئى تأييدا تجريبيا
واضحا . في بعض الأحيان من الممكن أن يصير الاختبار أكثر حسما
ونتيجة أكبر وزنا بزيادة الدقة في إجراءات الملاحظة والقياس المتضمن .
وعلى هذا النحو الفرضى الخاص بذاتية الكتلة الجاذبة والقصرية والذي أبدته
المساواة في عجالات السرعة ، البينة في السقوط الحر للأجسام من مختلف
التركيبات الكيميائية أعيد فحصه حديثا بمناهج بالغة الدقة . والنتائج التى
أبدت الفرض إلى حد بعيد رفعت درجة التأييد إلى حد كبير .

٤ - ٣ التأييد بالقضايا اللزومية الاختبارية الجديدة :

عند تصميم فرض من الفروض لتفسير ظواهر معينة ملاحظة سيكون بالطبع
مركبا بحيث يتضمن حدوث هذه الظواهر . ومن ثم فإن الظاهرة المراد
تفسيرها تشكل في طياتها بيئة مؤيدة له . ومن المرغوب فيه بدرجة عالية بالنسبة
للفروض العلمية أن تؤيدها البيانات الجديدة بمعطيات لم تكن معروفة أو لم
تؤخذ في الحسبان عند صياغة الفروض . إن الكثير من الفروض والنظريات
في العلوم الطبيعية لقيت التأييد من الظواهر الجديدة وكانت النتيجة أن
ارتفعت درجة تأييدها . تتضح هذه النقطة جيدا بمثال يرجع تاريخه إلى الربع
الأخير من القرن التاسع عشر عندما كان الفيزيائيون يبحثون عن الاطارات
المتأصلة في الخطوط الكثيرة التى وجدت في انبعاث وامتناس طيوف
الغازات . وفي سنة ١٨٥٥ قُبِلَ مدرس سويسرى يدعى « بالمر » صيغة اعتقد

أنها: تمبر من هذا الاطراد للأطوال الموجية لسلسلة من الخطوط في انبعاث طيف الأيدروجين وعلى أساس المقاييس التي قام بها المجسروم لأدبمة خطوط في ذلك الطيف . أقام بالمر الصيغة العامة الآتية :

$$A = b \frac{N^2}{N^2 - 2^2} \quad \frac{2^2}{2^2 - 2^2} = 1$$

و ب هنا ثابت حدد بالمر قيمته امبريقيا بـ ١٣٦٤٥٠٦ ، « هـ » عدد صحيح أكبر من ٢ . لأن « هـ » = ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ وهذه الصيغة تنتج قيا تتفق تماما مع تلك القيم التي قاسها المجسروم . وكان بالمر وانما من أن القيم الأخرى ستمثل الأطوال الموجية للخطوط التي لم يتم قياسها بعد أو الخطوط التي لم توجد بعد في طيف الأيدروجين ، لم يكن بالمر يدعى بأن بعض الخطوط الإضافية قد لوحظت وتم قياسها فعلا ، ومنذ ذلك الحين فإن خمسة وثلاثين خطأ متواليا في السلسلة المسماة بسلسلة بالمر للأيدروجين قد تأكدت وأن هذه الخطوط جميعها ذات أطوال موجية تتفق تماما مع الصيغة التي تنبأ بها بالمر ^(١) . ليس مدهشا أن مثل هذا التأييد المثير بالوقائم الجديدة المتنبأ بها بطريقة صحيحة يزيد بقدر كبير من الثقة التي نولها افرض من الفروض . إن سؤالنا محيرا ينشأ في هذا السياق . لنفرض للحظة أن صيغة بالمر قد أقيمت فقط بعد أن قيست بعناية كل الخطوط الخمسة والثلاثين المسجلة الآن في السلسلة ، في هذه الحالة المصطنعة سيكون في متناول أيدينا نفس النتائج التجريبية التي حصلنا عليها في واقع الأمر بالقياسات التي أجريت

(١) يوجد بيان أنم وأوضح على أساسه أنم هذا المسح الوجد في الفصل ٣٣ من كتاب هولفن وزورلر « أسس العلم الفيزيقي الحديث » شركة أديسون ويزلي للنشر سنة ١٩٤٨ .

جزئية قبل وبعد تركيب الصيغة بقدر كبير . هلا ينبغي أن تنظر تلك الصيغة أقل تأييدا في الحالة المصطنعة عنها في الحالة الواقعة . قد يبدو مقبولا أن نجيب بالإيجاب بناء على هذه الأسباب . من الممكن بالنسبة لأي مجموعة من المعطيات للكيفية أن نقيم فرضا يشمل هذه المعطيات بالضبط كما هو ممكن بالنسبة لأي مجموعة من النقاط أن نرسم منحنى يحتويها كلها ، إذن ليس ثمة ما يدعو إلى الدهشة في صيغة بالمر في حالتنا المصطنعة وما هو جدير بالملاحظة وقيم للفرض وزنا . هو حالاته الجديدة المناسبة . يبلغ فرض بالمر هذا الحد من الثقة في الحالة العقلية وليس في الحالة المصطنعة .

ويمكن أن تقابل هذه الحجة بإجابة قائله إنه في الحالة المصطنعة ليست صيغة بالمر بالضبط فرضا تعسفيا مخالفا أعد ليلائم الأطوال الموجية الخمسة والثلاثين المقيسة . إنه بالأحرى فرض ذات بساطة صورية مدهشة ، والحقيقة أنه يضع لتلك الأطوال الموجية الخمسة والثلاثين صيغة رياضية بسيطة تمنحه قوة أكبر مما يمكن أن تمنحه إياه صيغة ملائمة لنفس المعطيات وشديدة التعقيد .

واقترع الفكر بلفة هندسية إذا كانت مجموعة من النقاط عملة لنتائج القياسات من الممكن أن ترتبط بمنحنى بسيط لكنا لدينا ثمة أكبر في اكتشافنا قانونا عاما كامنا تحته بما لو كان المنحنى معقدا ولا يبدى انساقا ملموسا .

(هذه الفكرة البسيطة سنتناولها بمزيد فحص مؤخرا في هذا الفصل) وبالإضافة إلى ذلك فمن وجهة النظر المنطقية تعتمد قوة التأييد التي يلقاها فرض من الفروض من معطياته على ما يقرره الفرض وما تكونه المعطيات

والسؤال عما إذا كان الفرض أو المعطيات يأتي أولا لا ينبغي أن تؤخذ في الاعتبار إذ هي مسألة تاريخية قد تؤثر على تأييد الفروض. هذا التصور الأخير متضمن بالتأكيد في النظريات الاحصائية للاختبار تلك النظريات المتطورة أخيراً. وكذلك بعض التحليلات المنطقية المعاصرة للتأييد والاستقراء وسنشير إليها إشارة موجزة في نهاية هذا الفصل.

٤ - ٣ - التأييد النظري

التأييد الذي يمكن ادعاءه لفرض من الفروض ليس بحاجة إلى أن يكون كله من نوع البيئة الاستقرائية التي اختبرناها للتو، فلاحاجة به لأن يقال كلياً أو جزئياً من معطيات تؤيد اللزومات الاختيارية المستخلصة منها. فالتأييد قد يأتي من أعلا أي من فروض ونظريات أكثر فهو لا تتضمن الفرض أو النظرية المقررة ولها تأييد بالبيئة مستقل. ولزبد من الايضاح نقولنا قبلاً قانوناً فرضياً للسقوط الحر على سطح القمر $r = ٢٧$ قدما مربعا وعلى الرغم من أنه لم يختبر على الإطلاق واحدة من القضايا الزمنية الاختبارية بتجارب فوق سطح القمر إلا أن لهذا القانون تأييداً نظرياً لأنه ينتج استنتاجاً من نظرية نيوتن عن الجاذبية وعن الحركة (تأييد بقوة بتنوع شديد في البيئة) في اتصال مع المعلومات القائلة بأن نصف قطر وكثافة القمر $٢٧٢/١٠٢٣$ ر من نصف قطر وكثافة الأرض وأن المجلة الجاذبة قطر سطح الأرض ٣٢٢ قدما في الثانية الواحدة كل ثانية واحدة وبالمثل فإن تأييد فرض من الفروض التي لها دعم استقرائي عن طريق البيئة يتولى إذا تطلب بالإضافة إلى ذلك دعماً من فوق. وعلى سبيل المثال حدث هذا الصيغة بالمر قدم بالمر إمكانية أن طيف الايدروجين قد يحتوي سلسلة من الخطوط

زائدة وأن الأطوال الموجية لكل الخطوط قد تتطابق تسميات صبغته
الأولى :

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\lambda_0} + R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$$

وهنا $m = 4$ عدد موجب ، n أى عدد صحيح أكبر من m لأن $m = 4$.
يتضح لنا هذا التصميم صبغة بالمر حيث $m = 4, 3, 1$ من تحدد سلسلة جديدة
من الخطوط . وفي واقع الأمر وجود السلسلة المتعاقبة $m = 4, 3, 1$ ،
نشأ أخيراً بالكتشاف تجربى لأجزاء غير مرئية تحت الحمراء وفوق البنفسجية
لطيف الايدروجين ومن ثم كان ثمة تأييد لفرض أشمل يتضمن صبغة بالمر
الأصلية كحالة خاصة يزودها بتأييد استقرائى عن طريق البينة وثمة تأييد
استقياطى أتت به نظرية من النظريات فى سنة ١٩١٣ عندما أوضح بور
أن الصيغة العامة ثم الصيغة الأصلية يمكن استخلاصها من نظريته عن ذرة
الايدروجين . هذا الاستخلاص (الاشتقاق) رفع من درجة التأييد الممنوح
لصبغة بالمر بسلوكها فى سلك التصويرات النظرية الكمية التى طورها بلانك ،
اينشتين ، بور ، والتى أبدتها بينات مخالفة بخلاف القياسات للطيفية التى
منعت صبغة بالمر تأييداً استقرائياً^(١) ولزومياً . تتأثر الثقة الممنوحة لفرض من
الفروض بالعكس إذا تعارض مع فروض أو نظريات مقبولة فى ذات الوقت
باعتبارها مؤيدة تأييداً حسناً فى سجل نهويرك الطبى بقر دكتور كافويل
من إيوا فى تقريره عن نبش للقبور يدعى أنه شاهده . بقر أن شعراً من

(١) تفاصيل أكثر هولتون وروزل أسس العلم الفيزيائى الحديث الفصل ٣٤ خاصة
الجزء السابع .

وذقن الانسان الذي دفن حليقا أحدث صدعا في الكفن ونمبا من خلال الشقوق^(١)

وعلى الرغم من أن هذا الادعاء قدم شهادة عيان مفترضة إلا أن هذه القضية تدحض دون كثير تردد لأنها تعارض نتائج البحث القائمة عن مدى استقرار شعر الانسان في النمو بعد الموت .

مناقشتنا السابقة لادعاء اهرنهافث لاقامة شحنات الكترونية فرعية تجريبية توضح القول القائل بأن التعارض مع النظريات القائمة للزبدية على نطاق أوسع يعمل ضد الفرض . إن المبدأ المشار إليه هنا يجب تطبيقه بإحكام وإلا أمكن استخدامه في صون النظريات المقبولة من المذهب .

إن نتائج البحث المخالفة يمكن أن تطرح دائما باعتبار أنها تتعارض مع نظرية مؤسسة تأسيسا جيدا . لا يتبع العلم بالطبع لهذا الاجراء لأنه ليس بمنهيا بالدفاع عن تصورات أثرية معينة ضد البيانات المخالفة المنكئة .

فبالأحرى يهدف العلم إلى قدر شامل من المعرفة الامبريقية المتعمقة ممثلة في نسق للقضايا الامبريقية مدعم تدعيا جيدا ومعدل طرح أو تعديل أية فروض كانت مقبولة قبلا ، ولكن نتائج البحث التي يراد بها طرح نظرية مؤسسة تأسيسا جيدا لا بد وأن يكون لها وزنها ولا بد للنتائج التجريبية المخالفة بوجه خاص من أن تكون قابلة للتكرار . وعندما توجد نظرية قوية وناقة تتعارض مع نتائج مكررة تجريبيا فقط قد تستمر مستخدمة في السياقات حيث لا ينتظر أن تؤدي إلى صموبات وعلى سبيل المثال حين عرض اينشتين نظرية كاث الضوء لفسر مثل هذه الظواهر باعتبارها تنهجة

(١) ب ماغاز التاريخ الطبي للهواء في يوروك الفريد كوف سنة ١٩٤٦ من ١٣٣

ضوئية كهربية (أثر ضوئي كهربي) لاحظ أنه في تناول لانكاس وانكاسام
واقشار الضوء قد لا يكون ممكناً أبداً استبدال النظرية الموجية
الكمرومفناطيسية . وفي واقع الأمر لا تزال تلك النظرية مستخدمة في
ذلك السياق .

إن النظرية الواسعة النطاق التي كانت ناجحة في مجالات كثيرة عادة
ما تطرح عندما ماتتوافر لدينا نظرية بديلة أكثر إشباعاً بما . فالنظريات
المجيدة صعبة المثال^(١) عموماً .

١ - البساطة

ثمة وجه آخر يؤثر على قبول الفرض هو بساطته نظرياً وبساطته الفروض
البديلة التي تفسر نفس الظواهر . لنفحص مثلاً تخطيطياً موضوعاً . لفترض أن
إختبار أنساق فيزيقية من خط معين .

(حسابات مفاهيمية زفيركات مدعية مكاملة ، عوامل زوجة أو
أيا كانت) .

يرجى لنا بأن خاصية كمية معينة « ط » لكل هذه الأنساق قد تكون
دالة الخاصة أخرى .

(وعلى هذا النحو نتحدد س بالطريقة التي تكون فيها فترة البندول دالة
لطوله) .

(١) هذه الملاحظة من الاقتراح تقديمها وتوضيحها بالإشارة إلى نظرية آخرى القويضين في
الفصل السابع من كتاب كرافت « العلم والمس الشك » . وقد تم تصور عام مبني من لقاء
وسلوط النظريات العلمية في كتاب كوهن « بنية الثورات العلمية » شيكاغو — مطبعة جامعة
شيكاغو سنة ١٩٦٢ .

ولذلك نحاول أن نؤسس فرضا يقرر الصورة الرياضية المضبوطة للباله
وقد كان باستطاعتنا أن نختبر شواهد كثيرة لحالات فيها ط إحدى القيم
صفر ، ١ ، ٢ ، ٣ ، وقد وجد أن قيم « ط » المرتبطة معها باطراد هي ٢ ، ٣ ، ٤ ،
٥ ، على التوالي وأكثر من هذا نفترض أنه فيما يتعلق بهذه الأنساق ليست
لدينا معرفة خلفية أساسية يمكن أن تكون لنا علاقة بالصورة المختلة
للتربط الوظيفي . وأن الفروض الثلاثة الآتية قد قدمت على أساس
معطياتنا .

$$\text{ف ١ : } \text{ط} = \text{س}^4 - \text{س}^6 + \text{س}^{11} - \text{س}^9 - \text{س}^5 + ٢$$

$$\text{ف ٢ : } \text{ط} = \text{س}^9 - \text{س}^4 - \text{س}^{19} + \text{س}^{14} - \text{س}^{11} + \text{س}^2$$

$$\text{ف ٣ : } \text{ط} = \text{س} + ٢$$

كل فرض من هذه الفروض يوافق المعطيات لكل واحدة من قيم س
الأربعة المختيرة بتحدد بالضبط قيمة « ط » المرتبطة معها . وبصفة هندسية إذا
عبرنا عن الفروض الثلاثة في نسق باحداثي مستوي كان المنحى من المنحنيات
الناجمة يتضمن القطع الأربع (٢٠) ، (١٣) ، (٤) ، (٢٤) ، (٣٦) ومع ذلك لم
تسكن لدينا معلومات خلفية أساسية مناسبة كما كان مفترضا تشير إلى إختيار
مختلف . لم يكن ثمة شك في ترجيح ف ١ على ف ٢ ، ف ٣ على أساس أنه
فرض أبسط من منافسيه . يوحى هذا الاعتبار بأنه إذا كان فرضان متفقين
مع نفس المعطيات ولا يختلفان في أية ناحية موافقة لتأييدها كان الفرض
الأبسط أكثر قبولا . إن اتفاق الفكرة الأساسية للنظريات الكوكبية غالبا
ما يقض بالرجوع إلى النجوم الكوكبية . المجموعة الشمسية على أساس
مركزية الشمس . هذا النجوم التي كان معتبرا أبسط من تصور مركزية
الأرض والذي أتى ليخلفه ألا وهو النظام البطلمي البارز الدقيق إلا أنه

نظام معتد جدا يتألف من دوائر أصلية ودوائر فرعية بأنصاف أقطار،
ممرحات انحرافات ومقادير واتجاهات مختلفة للطرز المركزي^(١).

ومع أنه لا ينكر أن البساطة مطلب عزيز في العلم إلا أنه من غير اليسور
أن يقرر محكات واضحة للبساطة بالمعنى الدقيق ولا أن نبرر الأولوية للمفوحة
لفروض والنظريات الأكثر بساطة وبالطبع لا بد لأي محك للبساطة من أن
يكون موضوعيا . إنها ليست مجرد حدس أو سهولة حفظ وتذكر الفرض
أو النظرية . ولذا تبين من شخص لآخر . وفي حالة الفروض الكمية مثل
ف_١ ، ف_٢ ، ف_٣ ، ف_٤ قد يظن المرء أن الحكم على البساطة يكون بالرجوع إلى
الأشكال المتعاقبة . ففى الأحداثيات المتعامدة الرسم البياني للفرض ف_٣ خط
مستقيم بينما الرسم البياني للفرضين ف_٢ ، ف_١ متعنيب أكثر تعقيدا عبر
نقاط من المعطيات الأربع . ولكن هذا المحك يبدو متعسفا لأنه إذا كانت
الفروض ممثلة فى إحداثيات متقاطعة مع « س » باعتبارها زاوية الاتجاه ،
« ط » باعتبارها الكمية الموجبة كان ف_٣ يحدد شكلا لولبيا في حين أن
الدالة من الدوال التى تحدد خطا مستقيما بسيطا تكون معتدة تماما . وإذا
كانت الدوال كلها ممبرا عنها — كافي مثالنا — بمسميات شتى فإن
نظام تعدد المسميات قد يستعمل كدليل للتعقيد ومن ثم يكون ف_١ أكثر

(١) روجرز الفيزياء العقل الباحث — برنتون — مطبعة برنتون سنة ١٩٦٠

ص ٢٤٠ الفصول ١٤ ، ١٦ من هذا العمل يهدم وصفا راتما وهديرا للتقنين وما يطليات
مادة أكثر للمعوى الثالثة بأن الشكل الكورينقي أكثر بساطة ولكنها يبين أن كان
بالمقدور تصير قائم متباينة مرفوعة في وقت كوبريفوس تلك القائمة التي لم يعلم اليق
النظري تفسرها

تعقيدا من ف، الذى بدوره أكثر تعقيدا من ف. ومن ثم تنشأ الحاجة إلى المزيد من المحركات عندما يعمين فمحس دوال حساب المثلثات وغيرها من الدوال أيضاً. فى حالة النظريات تقترح الافتراضات الأساسية المستقلة. على أساس أنها تشير إلى التعقيد. ومن الممكن أن تنضم وأن تنشط الافتراضات بطرق كثيرة. فليس ثمة طريق جلى لاحتسابها وعلى سبيل المثال إن القضية القائلة بأنه بالنسبة لأى نقطتين يوجد بالضبط خط مستقيم يحتويهما يمكن النظر إليها باعتبارها معبرة عن افتراضين أخرى من افتراض واحد. وأن هناك على الأقل خطأ واحداً على هذا النحو وأنه يوجد فى أغلب الأحوال خط واحد وإذا أمكن أن نوافق على الحساب فإن الافتراضات الأساسية المختلفة تختلف بدورها فى درجة التعقيد. ومن ثم يعمين أن توزن أخرى من أن تمد. وثمة ملاحظات مماثلة تصدق على الاقتراح التائل بأن عدد الافتراضات الأساسية المستخدمة فى نظرية من النظريات قد تستخدم كؤشر يشير إلى تعقيدها. وقد لقيت مسألة محركات البساطة قدراً طيباً من اهتمام المناطقة والفلاسفة. وقد تم الحصول على بعض النتائج المامة ومع ذلك لم يتوافر لدينا تصور عام للخصائص يبعث على الرضا. إلا أن أمثلتنا توحى بأنه توجد بالتأكيد حالات يكون الباحثون بمددما على اتفاق بخصوص القروض والنظريات الأكثر بساطة حتى فى غياب محركات البساطة وثمة مشكلة أخرى تتعلق بالبساطة تلك هى مشكلة التبرير. ما الذى يدهونا إلى إتباع مبدأ البساطة كما قد نسميه؟ أين هى القاعدة التى تقول بتفضيل الأيسر من الفرضين أو النظريتين والمتنافستين والمتساويتين فى درجة التأييد؟

لقد عبر الكثيرون من العلماء عن إقتناعهم بأن القوانين الطبيعية قوانين

بسيطة. إذا كان هذا معروفاً كان هناك بالضرورة افتراض سابق بأن الفرض الأبسط من الفرضين المتنافسين هو الأكثر احتمالاً لأن يكون صادقاً. ولكن افتراض أن القوانين الأساسية للطبيعة قوانين بسيطة هو بالطبع من المسائل المشككة بشأنها في ذلك شأن مبدأ البساطة ومن ثم لا يمكن أن تزودنا بتبرير لها. بعض العلماء الفلاسفة ومن بينهم مآخ، أفيناريوس، أوستفالد، ويرسون تمسكوا بأن العلم يشهد تزويدنا بوصف إقتصادى مقتر للعالم وأن الفروض العامة التي تقصد إلى التمييز عن قوانين الطبيعة هي سبل إقتصادية للفكر نستخدم لحصر عدد غير محدود من الحالات الخاصة (على سبيل المثال حالات كثيرة للسقوط الحر) في صيغة واحدة بسيطة (على سبيل المثال قانون جاليليو). من وجهة النظر هذه يبدو مقبولا تماماً أن نختار الأكثر بساطة من بين فروض عديدة متنافسة. هذه الحجة قد تقنع إذا كان علينا أن نختار من بين الأوصاف المختلفة لمجموعة واحدة ولنفس المجموعة من الوقائع ولكننا في اختيارنا فرضاً واحداً من بين فروض عديدة متنافسة وذلك مثل F ، F' ، F'' ، نختار أيضاً التنبؤات التي يتضمنها والخاصة بحالات لم تختبر بعد، وفي هذا الصدد تختلف الفروض إختلافاً واسماً. ولذا في النسبة لقيمة $S = E$ ، F ، F' ، F'' ، تنبأ بقيم P ١٥٠، ٣٠، ٦ على التوالي والآن قد يكون F الأبسط من منافسه من الناحية الرياضية ولكن ما الذي يدعو لاعتباره أكثر احتمالاً لأن يكون صادقاً خلاف تأسيس توقعاتنا بصدده الحالة التي لم تختبر بعد وهي $S = E$ على الفرضين الآخرين وإقامتها على أحد الفرضين المتنافسين الآخرين يناهض المبادئ بنفسي الدرجة.

اقترح ريشنباخ إجابة مفيدة ^(١) كما يجاز يشهد على النحو التالي :

لنفرض في مثالنا أن « ط » في واقسم الأمر دالة لـ « ص »، من
 = (س) ولتكن « ز » رسمها البياني في نسق من الإحداثيات. الاختيار
 غير أساسي .

الدالة الصحيحة د ورسمها البياني هما بالطبع غير معروفين. للعالم الذي
 يقيس القيم المترابطة (المتحدّة) للتغيرين وبافتراض أن مقاييسه مضبوطة
 لأجل البرهان فسيجد على هذا النحو عددا من نقط للمعطيات التي تقع على
 المنحنى الصحيح « ز » . ولنفرض الآن إتفاقا مع مبدأ البساطة يرسم العالم
 المنحنيات أى المنحنى الأشد بساطة من الناحية الحدسية منحنى عبر تلك النقط.
 قد يتعرف رسمه البياني ولنقل « ز » انحرافا ذا بال عن المنحنى الحقيقى إلا
 أنه على الأقل يشرك نقط المعطيات المقيسة مع هذا المنحنى الأخير (الحقيقي).
 ولكن كما يحدد العالم نقط للمعطيات أكثر فأكثر ويرسم فيما بعد الرسوم
 البيانية الأبسط ز، زه، زه. فإن هذه الرسوم البيانية تتطابق أكثر فأكثر
 مع المنحنى الحقيقى « ز » والدوال المتحدّة لـ د، د، د تدنو أكثر فأكثر
 من التعرابط الوظيفى الحقيقى « د » . وهكذا لا يمكن ضمان مبدأ البساطة
 لإنتاج الدالة « د » فى خطوة واحدة أو حتى فى خطوات كثيرة . ولكن إذا
 كن الإرتباط الوظيفى بين س، ط فان الإجراء سيؤدى تدريجيا إلى دالة
 تقرب من الدالة الصحيحة إلى أية درجة مرغوبة .

برهان ريشنباخ المقرر هنا فى صورة مبسطة بعض الشيء. برهان بارم

(١) ريشنباخ : الجدة والتنبؤ - شيكاغو - مطبعة جامعة شيكاغو - القسم ٤٢
 (م. ٥ - ظنفتة الملوح).

ولكن قوته محدودة لأنه لا يهيم إلى أى مدى يمكن أن تذهب إقامة الرسوم البيانية والدوال للتوالي .

لا يقدم الاجراء بيانا على الاطلاق عن مدى ما بلغه الاقتراب من الدالة الحقيقية إذا كان هناك في واقع الأمر دالة حقيقية على الاطلاق . (وكما لاحظنا قبلا وعلى سبيل المثال إن حجم مقدار من الغاز قد يبدو أن يكون دالة لدرجة حرارته وحدها وليس في واقع الأمر كذلك) وعلاوة على ذلك إن البرهان على أساس الاتجاه نحو المنحنى الحقيقي يمكن أن يستخدم أيضا لتبرير مناهج أخرى لتخطيط الرسوم الهندسية معقدة من الناحية الهندسية وغير معقولة . وعلى سبيل المثال لقد رأينا لتونا أنه إذا كان لنا أن نصل دائما أى تقطى معطيات متجاورتين بشبه دائرة قطرها المسافة بين النقطتين فإن المنحنيات الناتجة ستنتج في نهاية الأمر نحو المنحنى الحقيقي إذا كان دالة منحنى حقيقى واحد . ومع ذلك فرضا عن هذا التبرير لا يعتبر هذا الاجراء طريقا صحيحا لإقامة الفروض الكمية فهناك اجراءات أخرى غير بسيطة وذلك كوصل نقط المعطيات المتجاورة بمرى دبوس الشعر تلك التى لا يتجاوز طولها دائما أدنى قيمة معينة لا تقبل التبرير على هذه الصورة . ويمكن أن يتضح ببرهان ريشيناخ أنها تهدم نفسها بنفسها . ومن ثم فإن فكرته تحظى باهتمام واضح . لقد قدم كارل بوير رأيا مغالفا تماما . فهو يفسر الأبسط من الفرضين بأنه ذو المحتوى الامبريى الأكبر . ويحتاج لذلك بأن الفرض الأبسط هو الأكثر قبولا للتكذيب (يكتشف كونه كاذبا) إذا كان كاذبا بالضرورة في الواقع . إن هذا الرأى من الأهمية بمكان في العلم . فهو يجعل فروضه عرضة للاختبار الدقيق والتكذيب المحتمل . يوجز بوير حججه على النحو التالي :

إن القضايا البسيطة إذا كانت المعرفة للموضوع الذى نشغل به يمين أن تقدر أكثر من القضايا الأقل بساطة وذلك لأن محتواها الامبريقي أكبر وقابليتها للاختيار أحسن. (١)

يجعل بوبر فكرته من درجة البساطة كدرجة من درجات القابلية للتكذيب أكثر صراحة بمقيارين مختلفين وفقا لأحدهما الفرض القائل بأن مدار الفلك دائرة أبسط من الفرض القائل بأنه اهليلج (قطع ناقص) لأن الفرض السابق يمكن أن يكذب بتحديد المواضع الأربعة التى وجد أنها لا تنتم على الدائرة. (يمكن دائما ثلاثة مواضع وصلها بدائرة). بينما يتطلب تكذيب الفرض الثانى تحديد ستة مواضع للفلك على الأقل. وبهذا المعنى يكون الفرض الأبسط هنا هو الأكثر قابلية للتكذيب وهو الأقوى أيضا لأنه منطقيا يتضمن الفرض الأقل بساطة. يهم هذا المعيار بالتأكيد تحديد نوع البساطة التى يهتم بها العلم. ولكن بوبر يدعو أحد الفرضين أكثر قابلية للتكذيب ومن ثم أبسط من الآخر إذا كان الفرض الأول يتضمن الفرض الثانى ، وله محتوى امبريقي أكبر بالمعنى الاستنباطى الدقيق إلا أن المحتوى الأكبر ليس بالضرورة مرتبطا بالبساطة الأكثر. فأحيانا ما تعتبر نظرية من النظريات قوية لنظرية نيوتن عن الجاذبية والحركة لكونها أبسط من الكثير من النظريات التى لا علاقة لها بالنطاق المحدود الذى تتضمنه النظرية. على أن النوع المرغوب فيه من التبسيط الذى

(١) كارل بوبر منطق الكشف العلمى لندن هانشسون سنة ١٩٥٩ ص ١٤٢
إن الفصل السادس والسابع من هذا الكتاب يقدمان الكثير من الملاحظات عن دور البساطة فى العلم متضمنة الأفكار المشار إليها هنا.

تبلغت نظرية من النظريات ليس على هذا النحو مجرد محتوى زائد لأنه إذا كان ثمة فرضين لا علاقة بينهما (على سبيل المثال قوانين هوك وسنيل) إرتبطا فإن الإرتباط الناتج عنهما يخرنا بما هو أكثر وإن لم يكن أبسط من مكونات أيهما. لا يخرنا أى من الفروض الثلاثة: ف، فم، فم المختبرة قبلا بأكثر من أى من الفروض الأخرى. ومع ذلك لا تمد بسيطة على حد سواء. وهذه الفروض لا تختلف في درجة القابلية للتكذيب. فإذا كذبت. أمكن بيان كذب الواحد منها بسهولة أعنى يشاهد واحد مخالف. وعلى سبيل زوج: المطلقة ٤، ١٠ يكذبها جميعا. وبينما ألقت الأفكار المختلفة التي قمنا بمسح وحيز لها هنا ضوءا على مقولية مبدأ البساطة فما زالت مشكلات إيجاد صيغة حقيقة وتبرير موجز لها يغير حل حتى الآن^(١).

٤-٥ احتمالية الفروض

إن استقصاءنا للعوامل المحددة للثقة في الفروض العلمية تكشف لنا عن أن الثقة في الفرض «ف» في وقت معين تعتمد إن شئنا الدقة — على المعرفة العلمية الكلية في ذلك الوقت. بما فيها البيانات وثيقة الصلة بالفرض وكل الفروض والنظريات العلمية المقبولة في ذلك الوقت. لذلك تتكلم عن الثقة في

(١) سيجد القارئ الذي يرغب في متابعة هذه القضايا بتفصيل أكثر قائمة في المناقشات التالية:

باركر: الاستعراء والنقض إثباتا كالمطبعة جامعة كولومبيا سنة ١٩٧٥.

مناقشة إيجابية لبساطة النظريات العلمية — فلسفة العلم المجلد ٢٨ سنة ١٩٦٦

من ١٠٩ — ١٧١.

فرض من الفروض بتقدير معين من المعرفة - ويمكن التمثيل لهذا الأمر
بمجموعة كبيرة من القضايا ويمكن «ك» تمثل كل القضايا المقبولة في العلم
في ذلك الوقت . والسؤال الذي يطرح نفسه بطبيعة الحال هل يمكن أن نبر
عن الثقة بلفظ كمية دقيقة بصياغة تعريف محدود عدولم (ف ، ك) للفرض ف
ولمجموعة القضايا ك معبرا عن درجة الثقة المنوطة بالفرض «ف» بالنسبة
لمجموعة القضايا «ك»

لما كنا لا نتكلم غالبا عن الفروض باعتبارها أكثر أو أقل احتمالا
فلمنعجب أكثر إذا لما كان هذا التصور للكمي لا يمكن تعريفه بالتقدير
الذي يستوفى كل الميلدي . الأساسية لنظرية الاحتمالات وفي هذه الحالة
تكون الثقة في فرض له علاقة بمجموعة من القضايا «ك» عددا حقيقيا ليس
أقل من الصفر وليس أكثر من الواحد . للفرض الصادق على أساس منطقي
صرف (وذلك مثل سطر نغدا في سطرال بارك أولن نظرا) تكون له
دائما درجة الثقة (١) . وبالنسبة لأي قضيتين غير متفتين منطقيا مثل ف ،
فم ، ك = م (ف ، ك) + م (ف ، ك) وقد قدمت في واقع الأمر
نظريات عديدة تمثل هذه الاحتمالات . وتصدر هذه النظريات عن بديهيات
معينة كتلك التي ذكرناها نوا إلى مبرهنات شتى أكثر أو أقل تفصيلا
تجمل من الممكن أن نحدد احتمالات معينة بشرط أن تكون الاحتمالات
الأخرى معروفة بالفعل إلا أنها لا تنظم تعريفيا عاما لاحتمالية فرض من

(٨) - كوين : في النظريات البسيطة . عالم معقد ، المجلد ١٥ سنة ١٩٦٣ .
ص ١٥٣ - ١٥٤ . احتلها على يد الأستاذ جون ريتارد . كيتز في كتابه «رسائل
الاحتمالات» لندن - شركة - ماكيلان وشركاه المحدودة سنة ١٩٢١

الفروض بالنسبة للمعطيات المتاحة . وإذا كان تعريف التصور م (ف ، ك) يأخذ في الاعتبار كل العوامل المختلفة المستقصاة كانت المهمة عندئذ شاقا تماما لأنه لم يضح حتى الآن كيف لمثل هذه العوامل كساطة الفروض أو تنوع البيئة المؤيدة أن تعين خصائصها بدقة معبرا عنها بلفظ كمية . إلا أن حجة نتائج معينة مشرقة وبعبارة أخرى تماما أخيرا حصل عليها أخيرا كارتاناب الذي درس المسألة بالرجوع إلى نموذج اللغات الشديدة الصورية التي يعتبر بناؤها المنطقي أبسط بقدر . محمول من الطلاب لأغراض العلم .

لقد طور كارتاناب منهجا عاما لتعريف ما يسميه درجة التأييد لأي فرض معبر عنه بمثل هذه اللغة بالنسبة لقدر معين من المعلومات معبر عنه بنفس اللغة . ومن ثم فإن التصور المعرف يستوفي كل المبادئ لنظرية الاحتمال . ووفقا لذلك يشير كارتاناب إلى المفهوم المعرف باعتباره الاحتمالية المنطقية أو الاستقرائية للفرض بالنسبة للمعلومات المتاحة (١) .

٥- التوائين ودورها في التفسير العلمي :

٥-١ مطلبان أساسيان للتفسير العلمي :

إن تفسير ظواهر العالم الفيزيقي هو أحد الأهداف الأساسية للعلوم الطبيعية

(١) ليم كارتاناب مبدأ أوليا وجيزا للأفكار الأساسية في مقال :

« الاحتمال الاحصائي والاستقرائي » « أميد طبعه في طبعة » « مادن » « بنية الفكر العلمي »
 بوسطن شركة هوتن ميلان سنة ١٩٦٠ م ٢٦٩ - ٢٧٩ . وثمة قضية أكثر حداثة
 واشراقا وردت في مقال كارتاناب « هدف المنطق الاستقرائي في طبقات ناعجل سويو ، فارنكي
 منطق ومنهج بحث وفلسفة العلوم أعمال المؤتمر الدولي سنة ١٩٦٦ (طبعة جامعة ستانفورد
 سنة ١٩٦٢) م ٣٠٤ - ٣١٨

وفي الواقع تقر بأنهم تمكن بهدف الأبحاث العلمية التي استخدمت كتفسيرات في الفصول السابقة إلى تأكيد بعض الوقائم الخاصة ولكن لتحقيق بعض الاستبصارات التفسيرية . كانت هذه الأبحاث مهمة بمسائل مثل كيف تنقل حمى التيفاس ، لماذا تكون لقدرة المضخة على رفع المياه حدود مميزة ، لماذا يتفق مسار الضوء مع قوانين البصريات الهندسية وهلم جرا . وفي هذا الفصل والذي يليه نتناول بشيء من التفصيل طابع التفسيرات العلمية ونوع الاستبصارات التي تقدمها . لقد كان الإنسان معنيا دائما ولفترة طويلة بأجراء بعض الفهم لما يقع في العالم حوله من حادثات بالغة التنوع ومعيرة في أغلب الأحوال وأحيانا تهدهد في حياته . تجلى هذا الاهتمام في الأساطير العديدة والمعجزات التي تخيلها في سعيه لتفسير حقيقة وجود العالم ووجوده هو نفسه . الحياة والموت وحركات الأجرام السماوية وتعاقب الليل والنهار وتغير الفصول والبرد والبرق وطلوع الشمس وهطول المطر - وبعض هذه الأفكار التفسيرية مبنية على تصورات تشبه الإنسان بقوى الطبيعة . وأخرى تستعين بقوى خفية وأخرى غيرها تشير إلى تديرات للاله مستحيل إدراكها أو تشير إلى القدر .

لا ينبغي أن التفسيرات من هذا النوع تعطي الإنسان إحساسا بأنه حصل بعض الفهم . إنها قد تحمل حيرته وهي بهذا المعنى تجيب عن أسئلته . ولكن مهما تكن الأجابات مرضية من الناحية النفسية إلا أنها ليست وافية بأغراض العلم الذي يهتم بعد كل شيء بنهمية تصور واضح عن العالم له علاقة منطقية بمجربتنا . وكذلك هو قابل للاختيار الموضوعي . ولهذا السبب يجب أن تقابل التفسيرات العلمية مطلبيين أساسيين يطلق عليهما مطلب

الاتفاق التفسيري ومطلب قابلية الاختبار. وقد تقدم الفلكي فرانسيسكو
ميرو البرهان التالي مناقضا به دعوى معاصره جاليليو أنه رأى من خلال
مناظرة الفلكي. إنه لا يمكن أن تكون هناك تواج سيار تدور حول كوكب
المشتري. هناك سبع منافذ في الرأس نحتت الكف، الأذنان، العينان، الفم.
كذلك في السموات يوجد نجمان متوازيان ونجمان غير متوازيين ونجمان مضيقان
وعطارد وحده لم يقرر أمره ولا أهمية له. من تلك الظواهر الطبيعية
كثير غيرها يشبهها كالمادن السبعة مثلا ٠٠٠ ٢٤.

الظواهر التي جازول سميرها. نستخرج أن معدد الكواكب هو بالضرورة
سبعة، أضف إلى ذلك التوليع الحياة غير مبنية بالعين المجردة (١). المقصور
الناضج لهذا البرهان واضح. قابلية التي يؤدها، وإذا قبلت من غير
سؤال اتضح أنها لا تتفق تماما. وموضوع البحث. لماذا تنقسم السيليا
ولوداهية لاقتراض أن المشتري ليس له توليع. فنحن نقتصر على التليل للتضخيم
الفيزيقي قوس قزح. بأنه يبين أن الظاهرة تأتي كنتيجة لانعكاس
وانكسار ضوء الشمس الأبيض في قطرات الماء الجبلوية كذلك التي تحدث
سحابة من السحب. وبالإشارة إلى القوانين البصرية المناسبة يوضح هذا
التفسير أن ظهور قوس قزح يكون متوقفا إذا ما أضاء بضوء أبيض قوى
وخلف الملاحظ وقاد من الماء أو ظل (تدى). ومن ثم إذا حدث أن عالم
ترأبدا قوس قزح فإن المعلومات التفسيرية التي يمدنا بها البيان الفزيقي تقم
أساسا جيلة لتوقع أو اعتقاد أن قوس قزح سيظهر في ظل ظروف معينة.

نشير إلى مصنفه السمة ، بقولنا إن التفسير الفيزيائي يقابل متطلبات الاتحاق
التفسيرية في المعلومات التفسيرية الواردة تقبل أساسا جيدا للاعتقاد بأن
الظاهرة المراد تفسيرها حدثت أو هي خاتمة ضل . هذا الشرط لا بد من
مقابله إذا جاز لنا القول إنه يفسر الظاهرة . إن الظاهرة موضع البحث
كانت متوقفة في ظل الظروف المحيطة .

يمثل المطلب شرطا ضروريا لكفاءة التفسير ولكنه ليس شرطا وافيًا .
وعلى سبيل المثال إن القدر الكبير من المطبات لأي كشف من تحول إلى
الأحرار في طيوف للجرات القاصية يزودنا بأساس جيد للاعتقاد بأن تلك
المجرات ترتد عن مجرتنا بسرعة هائلة إلا أنه لا يفسر لماذا ؟

ولكن تقدم المطلب الثاني الأساسي لتفسيراتنا العلمية لتختبر مرة أخرى
تصور الجذب الجاذبي باعتباره كاشفا عن ميل طبيعي شبيه بالحب . كما
لاحظنا قبلا ليس لهذا التصور قضايا لزومية إختبارية من أي نوع ومن ثم
لن يمكن محسنا لأية نتائج امبريقية أن تؤيده أو لا تؤيده . وكونه على
هذا النحو خاليا من المحتوى الامبريقى يحمله لا يقدم أساسا لتوقع الظواهر
المميزة للجذب الجاذبي . فهو يفتقر إلى القوة للتفسيرية الموضوعية وتصدق
تعليمات مماثلة على التفسير بلغة القدر الذي يستحيل فهمه .

التيه لفكرة القدر ليس المراد به تحقيق رؤية عميقة بصفة خاصة ولكن
التخلي عن محاولة التفسير كلية . وخلافًا لذلك للتضاي التي يقوم عليها
التفسير الفيزيائي لقوس قزح . إذ هي ذات لزومات إختبارية عديدة وعلى
سبيل المثال تهتم هذه التضاي بالظروف التي في ظلها يرى قوس قزح في السماء
وترتيب الألوان فيه . ظهور ظاهرة قوس قزح في الرذاذ الناشئ عن الموجة

المنكسرة على الصخور وفي الضباب الناشئ عن رش مرج أخضر - وهم
جرا . تصور هذه الأمثلة شرطا ثانيا للفسيرات العلمية نطلق عليه مطلب
القابلية للاختبار . القضايا المؤسسة لتفسير علمي ينبغي أن تكون قابلة
للاختبار المبرقي . لقد كان مقترحا قبل الآن أنه لما كان تصور الجاذبية
بلغة الانجذاب العام الكامن ليس يذلل زميلت اختبارية فيالتالى لن تكون
له قوة تفسيرية ولن يزدنا أساس لتوقع حدوث الجاذبية . أو أن الجذب
الجاذبي سيبدى كذا وكذا من الملامح المميزة . لأنه إذا تضمن هذه النتائج
سواء بطريقة إستنباطية أو حتى بمعنى احتمالي استقرائي لكان قابلا للاختبار
بالرجوع إلى تلك النتائج اللاحقة . وكما يبين هذا المثال إن المطلبين اللذين
تناولناهما هما مرتبطان فيما بينهما . إن التفسير المقترح الذى يقابل مطلب
الاتفاق يقابل أيضا مطلب القابلية للاختبار (ومن الواضح أن العكس
غير صحيح)

والآن دعنا نرى الصور التى تأخذها التفسيرات العلمية وكيف تقابل
هذين المطلبين الأساسيين .

٥-٢ . التفسير الاستنباطي وفق النواميس :

لنفحص مرة أخرى نتيجة بحث بيريه في تجربة باي دى دوم من أن
طول عمود الزئبق في بارومتر تورشيللي يتناقص مع تزايد الارتفاع . أمدتنا
أفكار تورشيللي وباسكال عن الضغط الجوى بتفسير لهذه الظاهرة يمكن
ترجمته على النحو التالى :

(١) إن الضغط الذى يمارسه عمود الزئبق في الجانب العلوي من جهاز

تورشيللى فى أى موضع على الزئبق تحته يساوى الضغط الواقع على سطح
الزئبق فى الإناء المفتوح بواسطة عمود الهواء فوقه .

(ب) الضغوط التى تمارسها أعمدة الزئبق والهواء مناسبة لأوزانها .
وكلا كانت الأعمدة أقصر كلما كانت أوزانها أصغر .

(ج) بما أن بيريه حمل الجهاز إلى قمة الجبل أصبح عمود الهواء فوق
الإناء المفتوح أقصر بانتظام (بشكل منتظم) .

(د) لذا فإن عمود الزئبق فى الإناء المغلق أخذ فى القصر باطراد
أثناء الصعود .

التفسير مصاعفا على هذا النحو هو برهان خاص بالظاهرة المراد تفسيرها
وكما تصنفها القضية « د » هو المتوقع بالضغط بالنظر إلى الوقائع التفسيرية
المروية فى ا، ب، ج، إذ تصدر « د » استنباطيا عن القضايا التفسيرية .
وهذه الأخيرة من النوعين ا، ب لما خاصية القوانين العامة المعبرة عن
إرتباطات امبريقية مطردة فى حين أن « د » تصف وقائع خاصة معينة .
ومن ثم يفسر قصر عمود الزئبق هنا ببيان أنه حدث متفقا مع قوانين معينة
للطبيعة أو كنتيجة لظروف خاصة . التفسير يناسب الظاهرة المراد تفسيرها فى
نمط من الإطرادات ويبين أن حدوثها كان متوقفا إذا أعطيت القوانين
المعينة وتوقرت الظروف الخاصة المواتية . والظاهرة المراد تفسيرها يشار
إليها من الآن فصاعدا باعتبارها الظاهرة المفسرة والقضية التى تصنفها
بالقضية المفسرة . وعندما يبين السياق أيهما المقصود فإن أيا منهما يطلق
عليه ييسأطة المفسر . القضايا التى تعين المعلومات التفسيرية : « ب » « ج » تسمى
القضايا المفسرة . إنها تقال إجمالا لتكوين المفسرات .

وكتالى ثان لنصص الضمير الخاص بتكوين الصورة بالانعكاس في مرآة كرية أعني أنه بوجه عام $\frac{1}{m} = \frac{1}{l} + \frac{1}{r}$ حيث m ، l هما بعدا نقطة الموضوع ونقطة الصورة عن المرآة ومن هو نصف قطر انحناء المرآة. في البصريات الهندسية يفسر هذا الاطراد بمساواة القانون الأساسي للانعكاس في مرآة مستوية بقنابل لانعكاس شعاع من الضوء على أية نقطة من المرآة الكرية كحالة من حالات الانعكاس في سطح مسطح مما سمح للمطبع الكروي فيمكن أن يصلح للتفسير الناتج باعتباره بمثابة استنباطا نتيجة القضية المفسرة ومقدماته تتضمن القوانين الأساسية للانعكاس والانتشار في خطوط مستقيمة فضلا عن القضية القائلة بأن سطح المرآة يشكل قطعا من دائرة (١).

فقد برهان مماثل تتضمن مقدماته قانون الانعكاس عن المرآة المستوية يقدم تفسيراً السبب في أن ضوء مصدر ضوئي صغير موضوع في بؤرة المرآة على هيئة قطع مكافئ يتمكس في شعاع مواز لمحور القطع المكافئ (يطبق هذا المبدأ من الناحية التكنولوجية في صنع مصابيح السيارات الأمامية والمصابيح الكاشفة وغيرها من الحيل الأخرى).

التفسيرات التي تناولناها توا يمكن النظر إليها على أنها براهين استنباطية نتيجة القضية المفسرة « ه » ومقدماتها القضايا المفسرة المؤلفة من القوانين

(١) لمحقق القوانين الانعكاس المطبق للجمعية للشاراليه في هذا المثلث والمثلثات المثلثين بواسطة وجلاء في الفصل ١٧ من كتاب موريس كلاين : الرياضيات والعالم الفيزيقي نيويورك - شركة توماس كراول سنة ١٩٥٩

تتضمن القضية المفردة من الناحية الاستنباطية . ومن ثم تقدم من الناحية المنطقية أساساً طيبة للاعتقاد بأن الظاهرة المفردة متوقعة (سقابل توافقيات عملية أخرى تسترقى المطلب بمعنى استقرائي أضعف فحسب) . ويقابل أيضاً مطلب القابلية للاختبار حيث تتضمن القضايا المفردة من بين ما تتضمنه من أشياء أخرى حدوث الظاهرة في ظل ظروف معينة تتفق مع بعض التفسيرات العلمية مع نمط (الاستنباط وفق نوايس) تمام الاتفاق ويكون هذا الاتفاق بوجه خاص عندما تكون سمات كمية معينة لظاهرة من الظواهر مفسرة بالاشتقاق الرياضي من القوانين العامة المفردة كما في حالة الانعكاس في المرايا البكرية والتي على هيئة قطع مكافئ . خذ التفسير المشهور الذي قدمه ليفرييه (وفي استقلال عنه قدمه آدمز) عن ظواهر عدم الاطراد المعينة في حركة الكوكب أورانوس والتي وقعا لنظرية نيوتن السائدة يستحيل تفسيرها بالجذب الجاذبي للكواكب الأخرى المعروفة آنذاك . لقد تصور ليفرييه أنها نتجت عن الدفع الجاذبي لكوكب خارجي لم يكتشف بعد بحسب الموقع والكتلة والخصائص الأخرى التي للكواكب ليممل في تفصيل كمن ظواهر عدم الاطراد الملاحظة . لقد تأيد تفسيره بقوة عندما اكتشف كوكب جديد في الموضع المتنبأ به وهو « نبتون » الذي اتخذ الخصائص الكمية التي عزاها إليه ليفرييه . ومرة أخرى اتخذ لتفسير خاصية البرهان الاستنباطي الذي تتضمن مقدماته القوانين العامة وخاصة قوانين نيوتن عن الجاذبية والحركة وأيضاً القضايا التي تخص التفصيلات الكمية المتعددة عن الكوكب المزعج . إلا أنه ليس من النادر أن تقرر التفسيرات وفق نوايس في صورة تقديرية تسقط هذه التفسيرات ذكر الافتراضات التي تفترضها

التفسيرات قبلاً وإن كانت تسلم بها ضمن السياق المقرر . ومثل هذه التفسيرات يعتبر عنها أحياناً في الصورة « س لأن ص » حيث « س » هي الحادثة المراد تفسيرها ، ص حادثة سابقة أو مصاحبة أو حالة سيئة . وعلى سبيل المثال القضية القائلة بأن « الوحل على المشى الجانبي ظل سائلاً أثناء الصقيع لأنه رش بالملح » لا يذكر هذا التفسير صراحة أية قوانين ولكنه على الأقل يفترض ضمناً واحداً منها هو أن نقطة تجمد الماء تنخفض إذا أذيب فيه الملح . وفي الواقع أنه بفضل هذا القانون على وجه الدقة يحصل رش الملح على الدور التفسيري التمهيلي بصفة خاصة . ذلك للدور الذي تميزه إليه قضية العملية في صورتها التقريرية . هذه القضية ناقصة عرضاً في نواحي أخرى ، فعلى سبيل المثال تسلم ضمناً وتزعم ذكر افتراضات معينة عن الظروف الفزيائية السائدة . وذلك كدرجة الحرارة التي لا تهبط إلى درجة شديدة الانخفاض . وإذا كانت الافتراضات الاعتبارية وغيرها من الافتراضات التي حذفت على هذا النحو تضاف إلى القضية القائلة بأن الملح رش على الوحل فإننا نحصل على مقدمات للتفسير الاستنباطي وفق نواميس لواقعة أن الوحل ظل سائلاً وتصدق تعليقات مماثلة على تفسير سيملويز أن حمى النفاس سببها مادة حيوانية متحللة دخلت إلى مجرى الدم من خلال الجروح المفتوحة . وعلى هذا النحو لم يقم التفسير ذكراً لقوانين عامة . لأن هذا يتغنيته تقرير أن التلوث يسبب حمى النفاس . فالتميم لا شك كان مسلماً به إذن من قبل سيملويز الذي لم تقدم إليه مشكلة مرض كولتشكا الميت على أنها مشكلة علمية لم تحقق شرط إدخال المادة السامة في مجرى الدم لكأن النتيجة تسمم الدم (كان كولتشكا يأبه وسيلة أول من يموت بسبب تسمم الدم الناتج

عن جرح بمبضع ملوث وبتهكم مأسوى كان على سيموليز أن يعانى نفس
الصير (٠ ولكن بمجرد أن جعلت المقدمة الضمنية صريحة ظهر أن التفسير
يتضمن الإشارة إلى قوانين عامة .

كما توضح الأمثلة السابقة غالباً ما تفرض سبباً القوانين العامة المتناظرة
قضية تفسيرية بحيث أن حادثة معينة من نوع معين « ز » (وعلى سبيل المثال
تمدد غاز من الغازات تحت ضغط ثابت ، سريان تيار فى لفة سلك) سببها
حادثة من نوع آخر (وعلى سبيل المثال تسخين الغاز ، حركة اللفة فى مجال
مغناطيسى) ولكى نفهم هذا لن نحتاج للدخول فى التناولات المعقدة المتكررة
العالية . يمكننا أن نلاحظ القاعدة العامة : « نفس اللفة نفس الملول » عند
تطبيقها على مثل هذه القضايا التفسيرية تنجح لنا الدعوى المتضمنة أنه إذا
ما حدثت حادثة من النوع « و » فإنها تكون مصحوبة بعاقبة من النوع
« ز » . وقولنا إن تفسيراً من التفسيرات يعتقد على قوانين عامة لا يعنى أن
إكشافه يتطلب إكتشاف القوانين العامة . فالاستبصار الجديد الضنى
الذى يصل إليه تفسير من التفسيرات يمكن أحياناً فى الكشف عن واقعة
معينة (وعلى سبيل المثال وجود الكوكب الخارجى غير المكتشف المادة
السامة الطلقة بأيدى الأطباء القائمين بالفحص) تفسر الظاهرة المفردة بفضل
القوانين العامة المقبولة سابقاً . وفى حالات أخرى وذلك كذلك انطوحت
فى علف الايدروجين يمكن الانجلاز التفسيرى فى الكشف عن قانون
تفسيرى (قانون بالز) وقد نهاية الأمر عن نظرية تفسيرية (كظهوريةيوهر)
ومع ذلك فى حالات أخرى يمكن الانجلاز الأمثل لتفسير من التفسيرات
فديوان كيف يمكن تفسير الظاهرة المفردة بالرجوع لقوانين والمعطيات

بصدد الوقائع الجزئية التي في متناول أيدينا فعلا .

يتضح هذا بالإستخلاص التفسيري لقوانين الانعكاس بالنسبة للرايا الكرية التي على هيئة القطع المكافئ من القانون الأساسي للبصريات الهندسية في إرتباطه بقضايا الخصائص الهندسية للرايا .

لا تعدد المشكلة التفسيرية بذاتها أى نوع من الاكتشاف مطلوب لحلها . ولهذا أكتشف ليفرييه الإنحراف عن المسار المتوقع نظريا أيضا في حركة الكوكب « عطارد » وكافى حالة « أورانوس » محاول أن يفسر هذه الإنحرافات بإعتبارها ناتجة عن الدفع الجاذبي لكوكب لم يكتشف بعد « فولكان » الذي تمين أن يكون شيئا شديد الكثافة ، شديد الضآلة بين الشمس وعطارد ولكن لم يوجد مثل هذا الكوكب . والتفسير المقنع قدمته ، وخراف نظرية النسبية العامة التي عللت عدم الاطراء لا بالرجوع لواقعة معينة مرعجة ولكن بواسطة نسق جديد من القوانين .

٥ - ٣ القوانين الكلية والتعميمات العرضية :

إن القوانين تلعب دورا أساسيا في التفسير الاستنباطي وفق نواميس فهي توفر الأداة التي بسببها يمكن أن تستخدم الظروف المعينة (التي تصنعها القضايا ص، ص، ص — ص و) لتفسير حدوث حادثة معينة .

وعندما لا تكون الظاهرة المفردة حادثة معينة بل إطرادا كتلك الاطرادات التي تمثلها الخصائص المذكورة قبلالرايا الكرية والتي هي على هيئة القطع المكافئ . تقدم القوانين التفسيرية نسقا من الاطرادات الأكثر شمولاً والتي لا يكون الاطراد المبين إلا حالة خاصة منها . تشارك القوانين المطلوبة للتفسيرات الاستنباطية وفق نواميس في خاصية أساسية . فهي قضايا ذات صورة كلية . وتفصيلا إن القضية من هذا النوع تقرر إرتباطا مطردا (م ٦ — قاسفة الملوم)

بين ظواهر إمبيريقية مختلفة . أو بين أوجه مختلفة لظواهر إمبيريقية . إنها قضية بحيث أنه عندما تتوفر ظروف من نوع معين وليكن « و » تحدث دائماً بغير إستثناء ظروف من نوع آخر « ز » (ليست كل القوانين العلمية من هذا النمط في الأقسام التالية نصادف قوانين ذات صورة احتمالية وتفسيرات مبنية عليها) . وههنا بعض الأمثلة لقضايا ذات صورة كلية . فعندما تنزايد درجة حرارة الغاز ويظل ضغطه ثابتا يزداد حجمه . وعندما يذاب جسم صلب في سائل من السوائل ترتفع درجة غليان السائل وعندما ينمكس شعاع ضوئي على سطح مستو فإن زاوية الإنكسار تساوي زاوية السقوط . وعندما ينكسر قضيب حديد ممغنط إلى إثنين فإن الجزئين يكونان ممغنطين أيضا . وعندما يسقط جسم من الأجسام سقوطا حرا من السكون في الخلاء بالقرب من سطح الأرض فإن المسافة التي يقطعها في « هـ » من الثواني هي ١٦ قدما مربعا . إن معظم قوانين العلوم الطبيعية قوانين كمية . إذ تقرر إرتباطا رياضيا معيناً بين مختلف الخصائص الكمية للأنساق الفيزيائية (وعلى سبيل المثال حجم ودرجة حرارة وضغط غاز من الغازات) أو الإجراءات (وعلى سبيل المثال بين الزمن والمسافة في السقوط الحر في قانون جاليليو بين فترة دوران كوكب من الكواكب وبعده الحقيقي عن الشمس في القانون الثالث من قوانين كبلر . بين زوايا السقوط والإنكسار في قانون سنيل) وإن شئتا المدة تقول إن القضية التي تقرر إرتباطا مطردا تعبر قانونا إذا كانت هناك أسباب لافتراض أنها صادقة . فحين لا نتكلم عادة عن قوانين زائفة للطبيعة . ولكن إذا كان هذا المطلب يلاحظ بشدة فإن القضايا المشار إليها باعتبارها قوانين جاليليو وكبلر لن توصف باعتبارها قوانين لأنها بحسب المعارف الفيزيائية الجارية تصدق فقط على وجه التقريب .

وكما نرى فيما بعد نفس النظرية الفزيائية السبب في كونها كذلك .
وتصدق ملاحظات مماثلة على قوانين البصريات الهندسية وعلى سبيل
المثال لا يسير الشعاع الضوئي في الوسط المتجانس في خطوط مستقيمة . بل
ينحرف حول الأركان . ولذلك فستستخدم لفظة « قانون » حرفيا بمعنى الشيء
في تطبيق اللفظة على قضايا معينة من النوع المشار إليه هنا . المعروف أنها
تصدق فحسب على وجه التقريب بناء على أسس نظرية وبمواصفات معينة .
سنعود إلى هذه النقطة في الفصل القادم عندما نتناول تفسير القوانين بالنظريات
وأبنا أن القوانين المستعان بها في تفسيرات استنباطية وفق نوااميس لها صورة
أساسية (في كل الحالات عندما تتحقق الشروط من النوع « و » تتحقق
الشروط من النوع « ز » كذلك ولكن من المثير حقا أنه ليست كل القضايا
[من هذه القضايا] من هذه الصورة السككية . إذا كانت صادقة أمكن أن تنسم
بوصفها قوانين للطبيعة . وعلى سبيل المثال القضية الثالثة « كل الصخور في
هذا الصندوق تحتوي على الحديد » هي من الصورة السككية لـ « و » شرط
كون الصخر في الصندوق ، « ز » شرط الاحتواء على الحديد ، ومع ذلك
إذا كانت القضية صادقة لا يمكن اعتبارها كقانون . ولكن كقبرير لشيء
من الأشياء يقصادف أن تكون الحالة « تعميما عرضيا » لنفحص القضية الثالثة
كل الأجسام المصنوعة من ذهب خالص كتلتها أقل من مائة ألف كيلو جرام .
لا شك أن الأجسام الذهبية التي اختبرت تتفق معها . ومن ثم توجد بينة
« و » لها إعتبارها . وليس ثمة شواهد غير مؤيدة . وفي واقع الأمر من المحتمل
أنه لم يحدث أبدا في تاريخ العالم أن كان هناك أو سوف يكون جسم من
الذهب الخالص كتلته مائة ألف كيلو جرام أو أكثر . وفي هذه الحالة إن

التعميم المقترح تقديمه لن يكون مؤيدا تأييدا قويا. ولكن يكون صادقا. ومع ذلك نحن نعتبر صدقه عرضا على أساس أنه لا شيء في القوانين الأساسية للطبيعة كما هو مفهومها في العلم المعاصر يحول دون إمكانية تواجدها أو حتى إمكانية إنتاجنا لشيء صلب من الذهب كثلثه تزيد عن مائة ألف كيلو جرام ومن ثم إن القانون العلمي لا يمكن تعريفه بكفاءة كقضية صادقة ذات صورة كلية يعبر هذا التوصيف عن شرط ضروري وإن كان غير كاف لقوانين من النوع موضع الدراسة.

ما الذي يميز القوانين الأصلية من التعميمات العرضية.

نوقشت هذه المشكلة الخادعة نقاشا مستفيضاً في السنوات الأخيرة. لننظر بإيجاز إلى بعض الأفكار الأساسية التي نجمت عن الحوار المستمر حتى الآن: إن فارقا مؤثرا وموحيا لاحظة نيلسون جودمان^(١) هو هذا: إن القانون يمكن أن يستخدم في تأييد القضايا الشرطية المخالفة للواقع في أي القضايا ذات الصورة.

« إذا كانت *a* هي الحالة ، إذن *b* كانت *b* هي الحالة وفي الواقع ليست *a* هي الحالة ومن ثم إن القضية التقديرية القائلة :

« إذا كانت شمعة البرافين قد وضعت في غلاية بها ماء يغلي *b* كانت قد انصهرت يمكن أن تعيّد بواسطة القانون القائل إن البرافين يكون سائلا

(١) في مقاله « مشكلة القضايا الشرطية المخالفة للواقع » أعيد طبعه باعتباره الفصل الأول من كتابه « الحقيقة والخيال والتنبؤ » الطبعة الثانية لرانديلفا بولس - حركة بويز - ميريل (انبليكا) سنة ١٩٥٥ يتناول هذا المؤلف . المشكلات الأساسية المتعلقة بصدد القوانين والقضايا المخالفة للواقع والاستدلال الاستقرائي وقصصها من وجهة نظر تحليلية متقدمة .

في درجة حرارة فوق الستين درجة مئوية (والحقيقة أن درجة غليان الماء هي ١٠٠ درجة مئوية) ولكن القضية القائلة بأن « كل الصخور في هذا الصندوق تحوى حديدا » لا يمكن أن تستخدم على نحو مماثل لتأييد قضية مخالفة للواقع .

« إذا كانت هذه الحصة قد وضعت في هذا الصندوق لكان قد احتوى على الحديد » وبالمثل إن القانون على النقيض من التعميم العرضي الصادق يمكن أن يؤيد القضايا الشرطية الجازمة أى القضايا ذات الصورة « إذا كان الابد أن يحدث فإن « ب » كذلك » حيث يترك جانبا مسألة كانت تحدث أو لا تحدث في واقع الأمر فالتضية القائلة .

« إذا كانت شحنة البرافين هذه لا بد وأن توضع في الماء إذن ستنصهر » مثال لذلك . ويرتبط وثيقا بهذا الفارق فارق آخر له أهمية خاصة لنا . فالقانون من القوانين يمكن أن يستخدم كأساس لتفسير من التفسيرات حيث لا يمكن أن يستخدم تعميم من التعميمات العرضية . ومن ثم إن إذابة شحنة البرافين الخاصة الموضوع في ماء مغلي يمكن أن تفسر بالتطابق مع الشكل البرهاني ($D \cdot N$) الاستنباط وفق نوايس . وذلك بالرجوع إلى الوقائع الجزئية المذكورة . وإلى القانون القائل بأن البرافين يذوب عندما ترتفع درجة حرارته فوق الستين درجة مئوية ولكن الحقيقة القائلة . بأن صخرة خاصة في صندوق يحوى حديدا لا بد وأن تفسر على نحو مماثل بالرجوع إلى القضية . الطعة القائلة بأن كل الصخور في الصندوق تحوى حديدا .

وقد يبدو من المستحسن أن نقول خاصا بمزيد من التمييز أن القضية الأخيرة تستخدم ببساطة كصفة مختصرة متصلة نهائية من هذا النوع « الصخرة هـ ، تحوى حديدا والصخرة هـ تحوى حديدا والصخرة هـ تحوى حديدا في حين

أن التعميم يحدد البرافين بشر إلى مجموعة حالات خاصة لا متناهية بالقوة .
ولذلك لا يمكن تفسيره بقضايا متصلة متناهية تعرف شواهد فردية .

هذا التمييز مقترح وإن كان فيه غلو . لأننا إذا بدأنا به كان التعميم
القائل بأن كل الصخور في هذا الصندوق تحوى حديدا لا يخبرنا في الواقع
بكم صخرة في الصندوق ولا بسم أيا من الصخور المعينة هم ، هم —
الخ . ومن ثم فإن القضية العامة لا تنكفيء من الناحية المنطقية قضية متصلة
متناهية من النوع المذكور توا . ولكن نصوص قضية متصلة مناسبة نحتاج
إلى معلومات إضافية قد نحصل عليها بعد ، وضع بطاقات على الصخور
في الصندوق . وإلى جانب ذلك تميمنا القائل « كل الأجسام من الذهب
خالص كتلتها أقل من مائة ألف كيلو جرام لن يعتبر قانونا حتى إذا
كانت هناك أجسام من الذهب كثيرة لا متناهية العدد في العالم .
ومن ثم فإن الحلك الذي وضعناه موضع الاعتبار بحقق لأسباب كثيرة
متعددة .

ونلاحظ أخيرا أن القضية ذات الصورة السكلية قد توصف باعتبارها
قانونا حتى وإن لم يكن لها بالفعل شواهد أيا كانت و كمثال فنحصر القضية
القائلة « بالنسبة لأي جرم من الأجرام السماوية له نصف قطر الأرض وضعف
كتلتها يتطابق السقوط الحر من السكون مع الصيغة القائلة بأن العجلة = ٣٢
قدما مربعا في الثانية وقد لا يكون ثم جرم سماوى في في السكون أجمع له الحجم
والكتلة المعنيين ومع ذلك إن للقضية صفة للقانون لأنها (أو بالأحرى
بالقريب منها كافي حالة قانون جاليليو) تنتج من نظرية نيوتن عن الجاذبية
والحركة في انصالحا بالقضية القائلة أن عجلة السقوط الحر على الأرض هي ٣٢ قدما

في الثانية الواحدة كل ثانية واحدة .

ومن ثم إنها ذات تأييد قوى تماما كالقانون الذى أوردناه قبلا
للسقوط الحر على سطح القمر .

لاحظنا أن القانون يمكن أن يؤيد قضايا شرطيه جازمة ومخالفة
للواقع عن الشواهد بالقوة .

أى عن الحالات الخاصة التى يمكن أن تحدث أو التى كان ممكنا أن
تحدث ولكنها لا تحدث .

وعلى نحو مماثل تؤيد نظرية نيوتن قضيتنا العامة في الصيغة الشرطية
المختصرة والتي توحى بما يشبه القانون أعنى (بالنسبة لأى جرم سماوى قد
يكون موجودا وبحيث يكون له نفس حجم الأرض وضمف كتلتها
يتطابق السقوط الحر مع الصيغة القائلة بأن عجلة السقوط ٣٢ قدما مربعا في
الثانية الواحدة . وخلافا لذلك التعميم الخاص بالصخور لا يمكن أن يفسر
باعتباره يقرر أن أية صخرة من الصخور التى تكون في الصندوق تحوى
حديدا وليس لهذه الدعوى الأخيرة بطبيعة الحال تأييد نظرى . وبالمثل ليس
لنا أن نستخدم تمييزنا عن كتلة الأجسام المصنوعة من الذهب ولنسمها
« ح » لتأييد قضايا مثل « جسمان » من الذهب الخالص كتلتهم منفردتين
تبلغ أكثر من مائة ألف كيلو جرام لا يمكن صهرها ليكونا جسما واحدا .
وإذا كان الصهر ممكنا كانت كتلة الجسم الناتج حينئذ أقل من مائة
ألف كيلو جرام لأن النظريات الفيزيائية والكيميائية الأساسية عن المادة .
تلك النظريات المتبولة والمتداولة لا تحول دون نوع الصهر الذى تناولناه
هنا ولا يتضمن أن هناك كتلة فاقدة من النوع المشار إليه هذا .

ومن ثم إذا كان التعميم « هـ » صادقا أى إذا لم تكن ثمة استثناءات لا بد وأن تحدث دوما فإن هذا يؤسس عرضا أو إنفاقا وفق حكم النظرية الجارية التى تسمح بحدوث استثناءات للتعميم « هـ » .

ومن ثم إذا اعتبرت القضية ذات الصورة الكلية قانونا اعتمدت فى جزء منها على النظريات العلمية المقبولة فى ذلك الوقت .

ولا يخفى هذا القول بأن التعميمات الأمبريقية بدأت بالقضايا ذات الصورة الكلية ، تلك التى تأيدت جيدا من الناحية الأمبريقية ولكن دون أساس نظرى إنها لن تنسجم بوصفها قوانين وقوانين جاليليو وكبلروبول على سبيل المثال قبلت على هذا النحو قبل أن تجد تأييدا نظريا . وموافقة النظرية هى هذا بالأحرى قضية ذات صورة كلية سواء تأيدت إمبريقيا أم لم تختبر بعد . تنسجم بوصفها قانونا إذا تضمنتها نظرية مقبولة .

(القضايا من هذا النوع يشار إليها غالبا باعتبار أنها قوانين نظرية)

وإذا تأيدت من الناحية الامبريقية وافترض صدقها مسبقا فى الواقع فلن تنسجم بوصفها قانونا إذا كانت تحكم حدوث افتراض معين (وذلك مثل صهر جسمين من الذهب وكتلة ناتجة تزيد عن مائة ألف كيلو جرام فى حالة التعميم هـ) تسمه النظرية المقبولة بوصفها ممكنة^(١) .

(١) من أجل تحليل أول المفهوم القانون ولاجل مزيد من قوائم المصادر أنظر ارنست ناجل
بنية العلم، فيويورك . هاركوت بريس وارلد سنة ١٩٦١ الفصل الرابع .

٤-٤ اصول التفسير الاحتمالى :

ليست كل التفسيرات العلمية قائمة على قوانين ذات صورة كلية ومن ثم جيم الصغير مصاب بالحصبة تفسر بقولنا أنه أخذ المرض من أخيه الذى كان مصابا بحالة سيئة من الحصبة منذ بضعة أيام مضت . هذا التفسير يربط الواقعة المفسرة بواقعة حدث قبلا وهى تعرض جيم للحصبة . يقال أن الواقعة الأخيرة تزودنا بتفسير لأن هناك ارتباطا بين التعرض للحصبة والإصابة بالمرض . لا يمكن التعبير عن ذلك الارتباط بقانون ذى صورة كلية إلا أن كل حالة تعرض للحصبة لا تنتج المدوى . ما يمكن ادعاؤه هو فحسب الأشخاص المعرضون للحصبة يصابون المرض لإحتمالية عالية أى بنسبة مئوية عالية فى كل الحالات . القضايا العامة من هذا النمط والتى نختبرها تواتر نسي قوانين ذات صورة إحتتمالية أو قوانين إحتتمالية باختصار . نقي تصويرنا تتألف المفسرات من القانون الاحتمالى المذكور تواتر القضية القائلة بأن جيم كان معرضا للحصبة . وخلافنا لحالة التفسير وفق نواميس لا تتضمن هذه القضايا المفسرة القضية المفسرة القائلة بأن جيم أصيب بالحصبة لأن النتيجة فى صادقة دائما فى الاستدلالات الاستنباطية بينما فى مثالنا من الواضح أنه من الممكن أن تكون القضايا المفسرة صادقة ومع ذلك القضية المفسرة كاذبة وبإيجاز نقول إن القضايا المفسرة (المفسرات) تتضمن المفسرات ليس يقيين استنباطى ولكن فحسب يتمين تقرىبى أو باحتمالية عالية والبرهان التفسيرى الناتج يرسم على النحو الآتى الوارد فى أعلى الصفحة .

الاحتمالية بالنسبة للأشخاص المعرضين للحصبة .

الإصابة بالمرض عالية :

[تضم احتمالات عاليا] جيم كان معرضا للأصابة بالحصبة :

أصيب جيم بالحصبة .

في التمثيل المتداد للبرهان الاستنباطي الذي إستخدم على سبيل المثال في الشكل البرهاني (الاستنباط وفق نواميس) السابق تفصل النتيجة عن المقدمات بخط مفرد يستخدم لبيان أن المقدمات تتضمن النتيجة من الناحية المنطقية .

النقط المزدوج المستخدم في الشكل البرهاني الذي أوردناه أخيرا مقصود به الإشارة بالمائلة إلى أن المقدمات (المفسرات) تحمل النتيجة (الفرضية المفسرة) أكثر أو أقل احتمالا - ودرجة الاحتمال يوحى بها التدوين بين قوسين وتسمى البراهين من هذا النوع بالتفسيرات الاحتمالية . وكما تبين من مناقشنا إن التفسير الاحتمالي لحادثة مفردة يشترك مع نمط التفسير الاستنباطي وفق نواميس والنمط المناظر له في خصائص أساسية معينة .

في كلا الحالتين تفسر الحادثة المعينة الرجوع إلى الحوادث الأخرى التي ترتبط معها الحادثة المفسرة بقوانين .

ولكن في إحدى الحالتين تكون القوانين ذات صورة كلية وفي الأخرى ذات صورة احتمالية . وبينما يوضح التفسير الاستنباطي أنه على أساس المعلومات المحتواة في المفسرات المفسر يتبعين استنباطي خلافا للتفسير الاستمرائي على أساس المعلومات المحتواة في المفسرات يتوقع حدوث المفسر باحتمالية عالية فحسب أو « يتيقن على » . وعلى هذا النحو يقابل البرهان الأخير مطلب الموافقة التفسيرية .

٥- الاحتمالات الاحتمالية والقوانين الاحتمالية :

لا بد لنا أن نخصص صفتين مميزتين للتفسير الاحتمالي لإحطائناهما توا

بأحكام أكثرهما القوانين الاحتمالية التي يستمين بها والنوع الخاص من اللزومات الاحتمالية التي تربط بين المفسر والمفسر .

لفرض أنه من وعاء يحوى كرات كثيرة من نفس الحجم والكتلة ولكن ليس بالفرود من نفس اللون جرى سحب متعاقب وفي كل سحب تستبعد إحدى الكرات ويلاحظ لونها ثم أعيد الكرة إلى الوعاء الذي اختلطت محتوياته تماما قبل أن يحل السحب التالى هذا مثال يسمى لما بالعملية أو التجربة المشوائية . تصور تقوم بتحديد خصائصه بتفصيل أكبر نشير إلى الإجراء الذى وصفناه توا باعتبار التجربة « هـ » وإلى كل سحب باعتباره أداء للتجربة « هـ » وإلى لون الكرة الناتجة عن السحب باعتباره النتيجة أو حاصل الأداء .

إذا كانت كل الكرات فى الوعاء بيضاء اللون فإن قضية من القضايا ذات الصورة الكلية الدقيقة تصدق على النتائج المتولدة عن أداء التجربة « هـ » وكل سحب من الوعاء ينتج عن كرة بيضاء أو تنتج عنه النتيجة « ص » . إذا كان فقط بعض الكرات وليكن ٦٠٠ كرة بيضاء اللون بينما البعض الآخر وليكن ٤٠٠ كرة حمراء اللون فإنه تصدق على التجربة قضية عامة ذات صورة احتمالية وإحتمالية أداء التجربة « هـ » لتنتج كرة بيضاء أو حاصل ص هو ٦٠ وبالرموز .

$$١٥ ح (ص ٦ هـ) = ٦٠$$

وبالمثل احتمالية الحصول على الوجوه كنتيجة للتجربة المشوائية « هـ » لنفث قطعة نقود معدنية هي -

$$٥٠ ح (ر ٦ ع) = ٥٠$$

احتماليه الحصول على آس كنتيجة لتجربة عشوائية ز لدرجة الزهر
المرتب هي .

$$٥ ح ٦ (١ ز) = \frac{1}{6}$$

ماذا تعني مثل هذه القضايا الاحتمالية وفقا لوجهة نظر مألوفة نسي التصور
الكلاسيكي للاحتمال تفسر القضية ٥ ١ كآلاتي كل أجراء للتجربة « ز »
ينتج اختبارا لواحد من بين ألف احتمال أساس أو بدائل أساسية يمثل كل
منها كرة واحدة في الوعاء . من هذه الاختيارات المحتملة ٦٠٠ اختيار موافقة
للحاصل « ص » واحتمالية سحب كرة بيضاء هي ببساطة نسبة عدد الاختيارات
الموافقة المتداولة بالنسبة لعدد الاختيارات المحتملة أي $\frac{١}{٦٠٠}$ والتفسير الكلاسيكي
للقضايا الاحتمالية ٥ ٦ ٥ ح ٦ يتبع نفس الخطوط . ومع ذلك هذه السمة
ليست كافية لأنه إذا كانت الكرات الحمراء الأربعمائة توضع قبل كل سحب
أعلى الكرات البيضاء في هذا النوع الجديد من تجربة الوعاء . وليكن « و »
نسبة الموافق للبدائل الرئيسية الممكنة يظل ناهو . ولكن احتمال سحب
الكرة البيضاء ، أقل في التجربة « و » التي اختلطت فيها الكرات تماما
قبل كل سحب . والتفسير الكلاسيكي يأخذ الاعتبار هذه الصعوبة فيطلب
أن تكون البدائل الرئيسية المشار إليها في تعريفه للاحتمال متكافئة الاحتمال
أو متكافئة الامكان ، مطلب يحتمل الاخلال به في حالة التجربة « و » .
يشير هذا الشرط الزائد تساؤلا عن كيفية تحديد تكافؤ الاحتمال وتكافؤ
الامكان . نمر على هذه القضية المتبعة نوعا والمثيرة للجدل لأنه يفترض أن تكافؤ
الاحتمال أمكن تحديد خصائصه بوجه يبعث على الرضا يظل التفسير الكلاسيكي
لا يفي بالفرض إذ تخصص الاحتمالات لنتائج التجارب العشوائية التي لا تعرف
لها طريقا مقبولا لتمييز البدائل الأساسية المتكافئة الأحتمال . ومن ثم بالنسبة

للتجربة العشوائية «ز» لدرجة الزهر المرتب يمكن أن تعتبر الأوجه الستة ممثلة لمثل هذه البدائل المتكافئة الاحتمال. ولكننا نعزو هذه الاحتمالات إلى مثل هذه النتائج كدرجة آس أو عدد فردى من النقط. الخ وأيضا في حالة الزهر المحتمل وإن لم يكن نمة حواصل أساسية متكافئة الاحتمال يمكن تمييزها هنا. وبالمثل — وهذا هام بوجه خاص — يحدد العلم احتمالات النتائج لتجارب عشوائية معينة أو إجراءات عشوائية تصادفنا في الطبيعة وذلك كالتفاعل خطوة فخطوة لذرات المواد المشعة أو إستحالة الذرات من حالة طاقة إلى أخرى. ومرة أخرى نجد بدائل رئيسية متكافئة الاحتمال قد تعرف ونحسب بها كلاسيكيا مثل هذه الاحتمالات.

ولكى نصل إلى تفسير مقنع للقضايا الاحتمالية بدرجة أكبر نفحص كيف تتأكد احتمالية درجة الآس من الآسات بزهر معين غير معروف ترتيبه من الواضح أن هذا يتم بإجراء الكثير من الرميات بالزهر والتأكد من التكرار النسبى أى التناسب لتلك الحالات التى يظهر فيها الآس. وعلى سبيل المثال إذا أجريت التجربة «ز» لدرجة الزهر ٣٠٠ مرة وظهر الآس في ٦٢ حالة كان التكرار النسبى $\frac{62}{300}$ معتبر القيمة تقريبية للاحتمال ح(١، ز) لدرجة آس من الآسات بالزهر المعين. وتستخدم إجراءات مماثلة لتقييم الاحتمالات المرتبطة بنقف قطعة نفود معينة، تدوير عجلة الروليت. الخ وبالمثل الاحتمالات المرتبطة بالتحلل الأشعاعى النشط والانفصالات بين مختلف حالات الطاقة الذرية والعمليات التخلفية ٠٠٠ الخ

تتعدد بالتأكد من التكرارات النسبية المناظرة إلا أن هذا غالبا ما يجرى بطرق غير مباشرة بدرجة عالية أكثر منه بالعد البسيط للحالات الذوية المفردة أو غيرها من الحالات في الأنواع الواقعة.

ويصدق التفسير بلغة التكرارات النسبية أيضا على القضايا الاحتمالية وذلك مثل « ب » ، « ج » اللتان تعنيان بنتائج ثقف قطعة معدنية نقيصة (أى متجانسة وأسطوانية تماما) أو رمى زهر مرتب (متجانس ومكعب تماما) .

أيهتم به العالم أو المقامر بالنسبة لهذه المسألة في عمل قضية احتمالية هو التكرار النسبي الذى عن طريقة تتوقع النتيجة « ل » في سلسلة طويلة من التكرارات لتجربة عشوائية « ع » حساب البدائل الرئيسية المتكافئة الاحتمال وبينها البدائل الموافقة للنتيجة « ل » والتي قد تعتبر حيلة استكشافية لتخمين التكرار النسبي لـ « ل » وفي الواقع حينرمى الزهر المرتب أو القطعة المعدنية جيدا عددا كبيرا من المرات تتجه الأوجه المختلفة للظهور بتكرار متساوى . وقد يكون ممكنا للمرء أن يتوقع هذا على أحاسن الاعتبار المتعاقبة للنوع الذى يكثر إستخدامه في تكوين الفروض الفيزيائية لأن معرفته الامبريقية لا تقدم أساسا لتوقع أى من الوجوه أكثر من غيره . ولكن حيث تكون هذه الاعتبار نافعة من الناحية الاستكشافية لا يجب اعتبارها حقائق يقينية أو بنية بذاتها . فبعض الافتراضات بصدد الاحتمالات المتكافئة عرضة دائما للتصحیح في ضوء المطيات الامبريقية المتعلقة بالتكرارات النسبية الفعلية للظواهر موضع الدراسة . وتتضح هذه النقطة أيضا بالنظريات الاحصائية للغايات . تلك النظريات التى طورها نور واينشتين وفرما وديراك على التوالي . تلك التى تقوم على فروض ثقلة بأى التوزيعات المعزيات على وجه المكان متكافئة الاحتمال ومن ثم إن الاحتمالات المعينة في القوانين الاحتمالية تمثل التكرارات النسبية . إلا أنها

تستطيع تعريفها بدقة باعتبارها تكرارات نسبية في سلسلة طويلة من التكرارات للتجربة العشوائية الموافقة . لأن تناسب الآلات التي نحصل عليها في رمي زهر معين يتغير تغيرا طفيفا كلما امتدت سلسلة الرميات . وفي سلسلتين لهما نفس الطول يختلف عدد الأساسات عادة إلا أننا نجد أنه كلما تزايد عدد الرميات كأن التكرار النسبي للمحاصل المختلفة أميل إلى التغير أدنى فأدنى وإن تباينه نتائج الرميات المتعاقبة بكيفية غير مطردة لا يمكن التنبؤ بها عمليا . هذا هو ما يسمى التجربة العشوائية « ع » ذات المحاصل ل_١ ، ل_٢ ، ... ل_ن بوجه عام الإجراءات المتعاقبة للتجربة « ع » تنتج لنا واحدة أو الأخرى من تلك النتائج على هيئة غير مطردة . ولكن التكرارات النسبية للنتائج تميل لأن تصبح ثابتة كلما تزايد عدد مرات إجراء التجربة واحتمالات النتائج الحاصلة .

ع (ل_١ ، ع) ، ع (ل_٢ ، ع) ، ع (ل_٣ ، ع) ، ع (ل_ن ، ع) قد تعتبر القيم المثلثية التي تميل التكرارات الفعلية إلى إقترانها كلها أصبحت ثابتة باطراد متزايد . . ولأجل الاتفاق الرياض تعرف الاحتمالات أحيانا باعتبار أنها حدود رياضية تنتج نحو التكرارات النسبية كلما تزايد عدد مرات إجراء التجربة تزايدا غير محدود . ولكن هذا التعريف قاصرا قاصورا معينا من ناحية المفهوم . وفي بعض الدراسات الرياضية المعاصرة عن الموضوع تتحدد خصائص المعنى الأمبريقي المقصود لمفهوم الاحتمال عمدا ولأسباب طليعية بطريقة أكثر غموضا بواسطة ما يسمى التفسير الاحصائي للاحتمال^(١) .

(١) لزيد من التفصيل عن مفهوم الاحتمال الاحصائي وعن التعريف الحديث وأوجه النقص فيه يوجد في مقالة أرنست نايجل « مبادئ نظرية الاحتمال » مطبعة جامعة شيكاغو سنة ١٩٣٩ .
نجم قلنا للتفسير الاحصائي ذلك للتفسير الاحصائي الذي قسمه كرامر في ص ١٤٨ ، ١٤٩ من كتابه « المناهج الرياضية للاحصاء » برنتون مطبعة جامعة برنتون سنة ١٩٤٦

التفضية ح (ل د ع) = -

تعنى أنه في سلسلة طويلة من إجراء التجربة العشوائية ع يكون إتساق الحالات مع النتيجة ل شديد الاقتراب من « ر ». لابد من تمييز مفهوم الاحتمال الاحصائي الذى تحددت خصائصه على هذا النحو من مفهوم الاحتمال الاستقرائي أو المنطقي الذى تناولناه في القسم ٤ - ٥ . فالاحتمال المنطقي هو علاقة كمية بين قضايا محدودة . فالتفضية ح (ف ، ك) = - تقرر أن الفرض « ف » تؤيده أو تحمله محتملا إلى الدرجة « ر » البيئة المصاغة في التفضية ك . الاحتمال الاحصائي علاقة كمية بين أنواع من الحوادث تقبل التكرار . ثمة نوع معين من الحاصل الناتج « ل » ونوع معين من التجربة العشوائية « ع » يمثل التكرار النسبي الذى به تميل النتيجة « ل » إلى الحدوث في سلسلة طويلة من إجراء التجربة « ع » . ما للتصورين من خصائص مشتركة هو خصائصها الرياضية فكلاهما يستوفى المبادئ الأساسية لنظرية الاحتمالات الرياضية .

(١) القيم العددية الممكنة لكل الاحتمالين مداها من صفر إلى واحد .

صفر $> \text{ح (ل د ع)}$ ١

صفر $> \text{ر (ف ، ك)}$ ١

(ب) احتمال حدوث واحد من اثنين من الحواصل الناتجة عن التجربة ع والمستبعدة بالتبادل هو مجموع الاحتمالات للنتائج مأخوذة منفصلة . احتمال الصدق القائم على أية بيئة « ل » بالنسبة لواحد أو آخر من الفرضين المستبعدين بالتبادل هو مجموع احتمالاتهما على التوالي .

إذا كان ل ، ل مستبعدين بالتبادل فإن

$$ح(ل، أول، ع) = ح(ل، ع) + ح(ل، ع)$$

إذا كان ف، ف، فرضين مستبعدين من الناحية للفظية فإن

$$ح(ف، أول، ل) = ح(ف، ل) + ح(ف، ل)$$

(ح) احتمال أن تحدث بالضرورة نتيجة من النتائج في كل الحالات

مثل ل أولاً هو واحد. فالاحتمال القائم على أية بيئة لفرض من الفروض

يكون صادقا من الناحية للفظية (وبهذا المعنى ضرورة) وذلك مثل ف

أولاً ف هو واحد.

$$ح(ل، أول، ل) = ١$$

$$ح(ف، أول، ل) = ١$$

يمكن إختبار الفروض العلمية في صورة القضايا الاحتمالية بنحس

التكرارات النسبية الطويلة المدى للنتائج موضع الاهتمام وتأييد مثل هذه

الفروض الواردة يحكم عليه بلمة التقارب في الاتفاق بين الاحتمالات

الفرضية والتكرارات موضع للملاحظة.

إلا أن منطق مثل هذه الإختبارات يمثل بعض المشكلات العويصة التي

تستدعى على الأقل فحصا بإيجاز. لنفحص الفرض «ف» القائل بأن احتمال

دحرجة الآس يزهر معين هو ١٥ أو بإيجاز $ح(٢، ز) = ١٥$ ر حيث

«ز» هي التجربة المشوائية لدحرجة الزهر. فالفرض «ف» لا يتضمن من

الناحية الاستنباطية أية لزومات إختبارية لتعيين كم من الآسات يقع في سلسلة

متناهية من الرميات للزهر. فعلى سبيل المثال لا يتضمن أن ٧٥ رمية بالضبط

من بين ٥٠٠ رمية تنتج لنا آسا ولا أن عدد الآسات يقع فيما بين ١٠٠، ١٥٠

ومن ثم إذا كانت نسبة الآسات التي نحصل عليها بالفعل في عدد كبير من

(٧٢ - فلسفة العلوم)

الرميات يختلف بقدر معقول عن ١٥ فإن هذا لا يبطل « ف » بالمعنى الذى يمكن أن يبطل فيه فيه فرض من الفروض ذات الصورة السلكية الدقيقة . وذلك مثل « كل البجع أبيض » يمكن إبطالها بفضل برهان الرفع وذلك بالاشارة إلى شاهد واحد مخالف وذلك مثل جمعة سوداء وبالمثل إذا كان الشوط من الرميات للزهر ينتج لنا نسبة من الآسات قريبة من ١٥ فهذا لا يؤيد الفرض « ف » بالمعنى الذى يتأيد فيه فرض من الفروض بإيجاد أن القضية الإختبارية « ت » التى يتضمنها من الناحية المنطقية صادقا حقا لأنه فى هذه الحالة الأخيرة يقرر الفرض القضية « ت » بالزوم المنطقى ونتيجة الإختبار هى لذلك مؤيدة بمعنى أنها تبين أن جزءا معينيا مما يقرره الفرض صادق فى واقم الأمر . ولكن ليس ثمة شئ مماثل مماثلة دقيقة يبينه تكرار المعطيات المؤيدة للفرض « ف » لأن « ف » لا يقرر عن طريق الازوم أن تكرار الآسات فى شوط طويل يكون بالتحديد قريبا من ١٥ .

ولكن حيث لا يحول « ف » من الناحية المنطقية دون احتمال إبتعاد نسبة الآسات التى نحصل عليها فى سلسلة طويلة من الرميات للزهر من ١٥ . يتضمن أن مثل هذه الابتعادات غير محتملة بدرجة عالية فى المعنى الإحصائى أى أنه إذا كانت تجربة الأداء لسلسلة طويلة من الرميات (قل ١٠٠٠ منها فى السلسلة) تكرر عددا من المرات فإن نسبة ضئيلة فعسب من تلك السلسلة الطويلة هى التى تنتج نسبة من الآسات تبتعد بقدر معقول عن ١٥ رقبا لنسبة للدرجة الزهر من المفترض عادة أن نتائج الرميات المتوالية مستقلة من الناحية الإحصائية . ويعنى هذا إجمالا أن احتمال الحصول على آس فىرمى الزهر لا يعتمد على نتيجة الرمية السابقة . ويبين التحليل الرياضى أنه فى إتصال مع

إفترض الإستقلال يحدد الفرض «ف» من الناحية الاستنباطية . الاحتمال
الاحصائي لنسبة الآسات التي نحصل عليها في \varnothing من الرميات . إنها تبتعد
عن ١٥ر بما لا يزيد عن قدر معين . وعلى سبيل المثال يتضمن الفرض «ف»
أنه بالنسبة لسلسلة طويلة من الرميات للزهر ١٠٠٠ رمية الاحتمال حوالى
٩٧ر بحيث أن نسبة الآسات تقع بين ١٢٥ر ، ١٧٥ر وبالمثل بالنسبة لشوط
من ١٠ر ١٠٠٠ رمية يكون الإجمالى حوالى ٩٩٥ر بحيث تقع نسبة الآسات
بين ١٦ر ١٤ر . ومن ثم يمكن أن نقول إنه إذا كان الفرض «ف» صادقا
فمن المؤكد من الناحية العلمية أنه في محاولة من المحاولات ذات الشوط
الطويل تختلف النسبة الملاحظة من الآسات بقدر ضئيل عن قيمة الاحتمال
الافتراضى ١٥ر . ومن ثم إذا كان التكرار الملاحظ لنتيجة من النتائج
ليس قريبا من الاحتمال المعين لها بواسطة فرض احتمالى طويل المدى فمن
المحتمل أن يكون ذلك الفرض كاذبا .

وفي هذه الحالة يعد تكرار العطايات غير مؤيد للفرض وأخذاً من الثقة
فيه وإذا وجدت بيئة من البيانات غير مؤيدة للفرض بدرجة كافية أعتبر
الفرض مرفوضا من الناحية العملية إن لم يكن من الناحية المنطقية وبناء على
ذلك يطرح الفرض . وبالمثل الإتفاق الشديد بين الاحتمالات الافتراضية
والتكرارات الملاحظة يميل إلى تأييد الفرض الاحتمالى ويؤدى إلى قبوله .

إذا كانت الفروض الاحتمالية تقبل أو ترفض على أساس البيئة الإحصائية
المتعلقة بالتكرارات الملاحظة استدعى الأمر معايير مناسبة . هذه المعايير
يتمين عليها أن تعدد (١) ما عى إنحرافات التكرارات الملاحظة عن
الاحتمال الذى يقرره فرض من الفروض تلك الانحرافات التى تعد أساسا لرفض

الفرض (ب) كم يتطلب الأمر من شدة الاتفاق بين التكرارات الملاحظة والاحتمال الافتراضى كشروط لقبول الفرض . هذان المطلبان موضع البحث من الممكن أن يكونا أكثر أو أقل دقة وتعيينهما مسألة من مسائل الاختيار تغير شدة المعايير المختارة تبعاً لتغير السياق والأهداف المنشودة من البحث موضع الدراسة .

إنها تعتمد على الأهمية المضافة في السياق المعطى لتجنب نوعين من الخطأ قد يرتكبا . أطراح الفرض موضع الاختبار رغم صدقه وقبوله رغم كذبه . تنضج أهمية هذه النقطة بصفة خاصة عندما يستخدم قبول الفرض أو رفضه كأساس للتصرف العملى . ومن ثم إذا كان الفرض مهماً بالفاعلية والأمان المحتملين للمصل الجديد فإن القرار بصدد قبوله يأخذ في الاعتبار كيف تتفق نتائج الاختبار الاحصائية مع الاحتمالات التى يعينها الفرض . ليس ذلك فحسب ولكن أيضاً كم الخطورة للنتائج المترتبة على قبول الفرض والتصرف بحسبها (وعلى سبيل المثال تطعيم الأطفال بلقاح الجدري) عندما يكون الفرض فى واقع الأمر كاذباً . والنتائج المترتبة على إطراح الفرض والتصرف بحسبها (مثال ذلك اتلاف المصل والتعديل والتوقف عن الاستمرار فى تصنيعه) عندما يكون الفرض فى واقع الأمر صادقاً . المشكلات المعقدة التى تنشأ فى هذا السياق تشكل موضوع نظرية الاختبارات والقرارات الاحصائية . تلك النظرية الرياضية للاحتمالات والاحصاءات^(١) .

إن الكثير من القوانين الهامة والمبادئ النظرية للعلوم الطبيعية ذات طابع احتمالى ولو أنها غالباً ذات صورة أكثر تعقيداً من القضايا الاحتمالية البسيطة التى ناقشناها . وعلى سبيل المثال وفقاً لنظرية فزيائية جارية إن

(١) عن هذا الموضوع أنظر لوس وارفا ألبا وقرارات نيوبورك مؤسسة جون ويل وأولاده سنة ١٩٥٧ .

التحلل الاشعاعى النشط ظاهرة عشوائية حيث تكون ذرات كل عنصر إشعاعى نشط. حائزة لاحتمال متميز للانحلال خلال فترة معينة من الزمان وتصاغ القوانين الاحتمالية المناظرة عادة كقضايا تعطى «نصف عمر» للعنصر المعنى . ومن ثم إن القضايا التى تقرر أن نصف عمر الراديوم ٢٢٦ هو ١٦٢٠ عاما وأن نصف عمر البولونيوم ٢١٨ هو ٣ر٠٥ دقيقة هى قوانين يراد بها أن أحتمال الانحلال لذرة من ذرات الراديوم ٢٢٦ فى مدى ١٦٢٠ عاما ولذرة من ذرات البولونيوم ٢١٨ فى ٣ر٠٥ دقيقة كلاهما ٠ر٥ ووفقا للتفسير الاحصائى الذى أردناه قبلا تتضمن هذه القوانين أنه من مجموعة كبيرة من ذرات الراديوم ٢٢٦ أو ذرات البولونيوم ٢١٨ المعطاة فى زمن معين وبالاتقارب الشديد من نصف واحد ٠ر٥ يظل يوجد ١٦٢٠ عاما أو ٣ر٠٥ دقيقة عقب ذلك والنصفان الآخران انحلا بالانحلال الاشعاعى النشط .

وفى نظرية الحركة تفسر الاطرادات المختلفة فى سلوك الغازات بما فى ذلك قوانين الديناميكا الحرارية الكلاسيكية بواسطة افتراضات معينة عن الجزئيات المكونة لها وبعض هذه القوانين قوانين احتمالية تتعلق بالاطرادات الاحصائية فى حركات واصطدامات تلك الجزئيات .

وتمة ملاحظات إضافية قليلة خاصة بفكرة القوانين الاحتمالية يشار إليها :
قد يبدو أن كل القوانين العلمية لا بد من توصيفها باعتبارها قوانين احتمالية من حيث أن البيئة المؤيدة التى فى متناول أيدينا هى دائما عدد من النتائج المحددة وغير الشاملة من الناحية المنطقية . هذا العدد يضى عليها احتمالية

عالية بدرجة أقل أو أكبر . ولكن هذه الحجة تفقد النقطة القائلة بأن التمييز بين القوانين الكلية والقوانين ذات الصورة الاحتمالية لا يشير إلى قوة التأييد عن طريق البينة بالنسبة للنوعين من القضايا . ولكن لصورتها التي تمكس الطابع المنطقي للدعوى التي يقيمها . فالقانون ذو الصورة الكلية أساسا قضية يراد بها أنه في كل الحالات حيث تتحقق شروط من النوع «و» تتحقق كذلك شروط من النوع «ز» . بقر القانون ذو الصورة المنطقية أساسا أنه في ظل ظروف معينة تشكل إجراء التجربة العشوائية «ع» يحدث نوع معين من الناتج في نسبة مئوية معينة من الحالات . لا أهمية لمسألة ما إذا كنا صادقين أو كاذبين مؤيدين حيدا أو غير مؤيدين . فهذان النقطتان من الدعاوى هما من طابع مختلف منطقيًا وعلى هذا الاختلاف يتوقف تمييزنا . وكأرينا قبلا القانون ذو الصورة الكلية « حيث وإذن ز » هو بالقطع معادل مختصر منظور من بعد لتقرير يوضع لكل حدوث لـ «و» التي اختبرت في إرتباطها مع حدوث «ز» . وبالأخرى إنه يتضمن أيضا تقارير لكل حالات «و» التي لم تختبر في الماضي فضلا عن الحاضر والمستقبل . ويتضمن أيضا قضايا شرطية إفتراضية مخالفة للواقع تعنى بالحدوث المحتمل لـ «و» .

إنها بالضبط هذه الخاصية التي تمنح مثل هذه القوانين قوتها التفسيرية . والتوانين ذات الصورة الاحتمالية لها موقف مماثل فالقانون الذي يقرر أن التحلل الاشعاعي للنشط للراديوم ٢٢٦ هو عملية عشوائية ذات نصف لـ ١٦٢٠ عاما ليس معادلا لتقرير بصدد معدلات التحلل التي لوحظت في عينات معينة من الراديوم ٢٢٦ . فهو معنى بعملية التحلل لأى مقدار من الراديوم ٢٢٦ في الماضي أو الحاضر أو المستقبل . ويتضمن قضايا شرطية جازمة ومخالفة للواقع .

وذلك مثل إذا أدمجت قطعتان من الراديوم في واحدة فإن معدلات التحلل تظل كما لو كانت القطعتان ظلت منفصلتين ومرة أخرى إنها هذه الخاصية التي تمنح القوانين الاحتمالية قوتها التفسيرية والتنبؤية .

٥ - ٦ الطابع الاستقرائي للتفسير الاحتمالي .

يوضح مثالنا السابق عن إصابة بالحصبة واحدا من أبسط أنواع التفسير الاحتمالي والصورة العامة لذلك البرهان التفسيري يمكن أن تتقرر على النحو التالي .

ح (ل ، ع) قريب من الواحد

ت حالة من حالات ع

[يضع احتمالا عاليا]

ت حالة من حالات ل

إن الاحتمالية العالية المشار إليها بين الأقواس والتي تصف على القضايا المفسرة ليست بالتأكيد احتمالية إحصائية لأنها تسم العلاقة بين القضايا وليست بين أنواع من الحوادث . وباستخدام مصطلح قدمناه في الفصل الرابع نقول إن الاحتمالية موضع التساؤل تمثل الثقة المعقولة في القضايا المفسرة بشرط تقديم المعلومات التي تزودنا بها القضايا المفسرة .
وكما لاحظنا قبلًا بقدر ما يمكن تفسير هذه الفكرة باعتبارها احتمالا منطقيًا أو استقرائيًا .

وفي بعض الحالات البسيطة توجد طريقة طبيعية واضحة للتعبير عن ذلك الإحتمال بلمة عددية . ففي برهان من النوع الذي تناولناه توا إذا كانت القيمة العددية ح (ل ، ع) محددة فمن المعقول أن نقول إن الاحتمال الاستقرائي الذي تصفيه القضايا المفسرة على القضايا المفسرة له نفس القيمة

المعددية. والتفسير الاحتمالى الناتج له الصورة.

$$C(L, E) = \frac{\text{ت حالة من حالات } E}{\text{ت حالة من حالات } L} [ظ]$$

إذا كانت القضايا المفسرة أكثر تعقيداً فإن تحديد الاحتمالات الاستقرائية المناظرة لها بالنسبة للقضايا المفسرة يثير مشكلات صعبة لم تزل جزئياً بغير استقرار. ولكن سواء أكان من الممكن أو غير الممكن أن نحدد احتمالات عددية معينة لمثل هذه التفسيرات فإن الاعتبارات السابقة تبين أنه كلما فسر حادث من الحوادث بالرجوع إلى القوانين الاحتمالية فإن القضايا المفسرة تضى على القضايا المفسرة وحدها تأييداً استقرائياً قوياً بدرجة أكثر أو أقل. ومن ثم قد نميز التفسيرات الاحتمالية بقولنا إن الأولى تقوم بعمل تصنيف إستنباطى تحت قوانين ذات صورة كلية والأخيرة تقوم بعمل تصنيف استقرائى تحت قوانين ذات صورة احتمالية.

وأحياناً ما يقال إنه بسبب طابعه الاستقرائى لا يفسر التفسير الاحتمالى حدوث حادثة حيث القضايا المفسرة لا تحول منطقياً دون عدم حدوثها. ولكن الدور الهام الذى يتسع باطراد والذى تلعبه القوانين والنظريات الاحتمالية فى العلم وتطبيقاته يجعل من الأفضل النظر إلى التفسيرات المبنية على مثل هذه المبادئ باعتبار أنها تفسيرات منتجة كذلك ولو أنها أقل عتفاً من تلك التفسيرات ذات الصورة الاستنباطية وفق نوااميس. لناخذ على سبيل المثال الانحلال الاشعاعى النشط لعينة مقدارها مليجرام واحد من البلونيوم ٢١٨ لتفرض أن ما تخلف عن هذا المقدار الأولى بعد ٣٠٥

دقيقة وجد ذا كتلة تفقد من وقت لآخر ما بين ٤٩٩ — ٥٠١ مليون جرام .
يمكن أن تفسر هذه النتيجة بقانون احتمالي لانحلال البلونيوم ٢١٨ . لأن
ذلك القانون في إرتباطه بمبادئ الاحتمال الرياضى يتضمن من الناحية
الاستنباطية أنه لو أعطى العدد المائل من الذرات في مليون جرام من البلونيوم ٢١٨
فإن احتمالية النتيجة المعينة تكون عالية لدرجة أنه في حالة خاصة قد يتوقع
حدوثه ييقين على . لفحص التفسير الذى قدمته حركة الغازات لتعميم من
التعميمات للؤسسة إمبيريقا والذى يطلق عليه قانون جراهام للإنتشار . يقرر
القانون أنه عند درجة حرارة وضغط ثابتين . فإن معدلات تسرب أو إنتشار
مختلف الغازات في إناء يحتويها عبر حائط مسامى رقيق تتناسب عكسيا مع
الجذور التربيعية لأوزانها الجزيئية بحيث أن مقدار الغاز الذى ينتشر عبر
الحائط في الثانية يكون أكبر كلما كانت جزيئاته أرق . يقوم التفسير على
اعتبار أن كتلة الغاز المعطى والذى ينتشر عبر الحائط في الثانية الواحدة
يتناسب مع متوسط السرعة لجزيئاته . ولذلك يكون قانون جراهام قد تم
تفسيره إذا أمكن بيان أن متوسط السرعة لجزيئات مختلف الغازات النقية
يتناسب عكسيا مع الجذور التربيعية لأوزانها . ولبيان هذا تقوم النظرية
بعمل الافتراضات الموسعة بحيث يتألف الغاز من عدد كبير من الجزيئات
تتحرك بطريقة عشوائية وبسرعات مختلفة تتغير كثيرا نتيجة للتصادمات . إن
هذا السلوك العشوائى بين اطرادات إحصائية معينة وعلى وجه الخصوص بين
جزيئات الغاز عند درجة حرارة وضغط معينين تحدث السرعات المختلفة
باحتمالات محدودة ومتفاوتة . هذه الافتراضات تجعل من الممكن حساب
القيم المتوقعة من الناحية الاحتمالية للسرعات المتوسطة للغازات المختلفة عند

درجات حرارة وضغط متساويين . تبين النظرية أن هذه القيمة المتوسطة المحتملة تتناسب عكسيا في الواقع مع الجذور التربيعية للأوزان الجزئية للغازات . ولكن معدلات الانتشار الحقيقي التي تم قياسها تجريبيا وهي موضوع قانون جراهام للانتشار تتوقف على القيم الفعلية للسرعات المتوسطة في الأوزان الكبيرة والحدودة للجزيئات لإعطاء المقادير من الغاز .

وترتبط متوسطات القيم الفعلية بالقيم للناظرة للقدرة تقديرا احتماليا بكيفية مماثلة أساسا للعلاقة بين تناسب الآسات التي تنفع في عدد كبير متناه لسلسلة من الرميات بالزهر والاحتمال للناظر لدرجة آسة من الآسات بذلك الزهر . وينتج فعصب عن النتيجة المستخلصة نظريا والمتعلقة بالتقديرات الاحتمالية أنه بالنظر إلى العدد الكبير من الجزيئات التي تحتويها من المحتمل تماما أنه في أى وقت معين تأخذ متوسطات السرعة قيا قريبة من تقديراتها الاحتمالية . ولذلك من المؤكد عمليا أنها تتناسب عكسيا مثل الأخيرة مع الجذور التربيعية لأوزانها الجزئية ولذلك تستوفى قانون جراهام^(١) . يبدو معقولا القول بأن هذا البيان يقدم تفسيراً « إن يكن باحتمالية إرتباطية عالية للسبب في أن الغازات تبدو الاطراد الذي عبر عنه قانون إجرهام . وفي سياق المؤلفات والرسائل الفزيائية يشار على نطاق واسع في الواقع إلى البيانات النظرية لهذا النوع الاحتمالي على أنها تفسيرات .

(١) إن متوسط السرعات المشار إليه هنا معرفة تعريفا فنيا كسرعات متوسط الجذور التربيعي لا تختلف قيمة كثيرا عن تلك القيم التي يأخذها متوسط السرعة في المقياس المتناهي للحساب . وثمة جمل للتفسير النظري لقانون جراهام يوجد في الفصل ٢٥ من كتاب هولتون وروولر « أسس العلم الفزيائي الحديث » التمييز غير المذكور صراحة في ذلك التمثيل بين متوسط القيمة لكية من الكميات بالنسبة لعدد متناه من الحالات والقيمة للقدرة احتمالا والفرصة لتلك القيمة نوقشت بإيجاز في الفصل السادس (وخاصة القسم الرابع) من كتاب فينمان . ليثون وساتنز (معاصرات فينمان عن الفزياء) شركة أديسون ويزلي للنشر سنة ١٩٦٤ .

٦ — النظريات والتفسير النظرى :

٦-١ السمات العامة للنظريات :

واتقنا الفرصة مرارا فى الفصول السابقة لذكر أهمية الدور الذى تلعبه النظريات فى التفسير العلمى . ونفحص الآن طبيعة ووظيفة النظريات فحفا منهجيا مفصلا . تقدم النظريات عادة عندما تكشف دراسة فئة من الظواهر عن نسق من الاطرادات يمكن التعبير عنه فى صورة قوانين أمبريقية . تسمى النظريات إذن إلى تفسير تلك الاطرادات وإلى تقديم فهم أعمق وأكثر دقة للظواهر موضع البحث . ولتحقيق هذه الغاية تفسر النظرية من النظريات تلك الظواهر باعتبار أنها تجليات للكيانات والعمليات التى تكمن وراءها أو تحتها . وهذه الظواهر من المفترض أن تحكمها قوانين نظرية متميزة أو مبادئ نظرية بواسطتها تفسر النظرية الاطرادات الأمبريقية التى أكتشفت قبلا وعادة ماتتقبا باطرادات جديدة من أنواع مماثلة . ولنتناول بعض الأمثلة . سعى النسقان البطلى والكورنيقى لتفسير الحركات الظاهرية للمشاهدة للأجرام السماوية بواسطة اقتراضات مناسبة خاصة بينية الكون الفلكى والحركات الفعلية للأجرام السماوية . قدمت النظريتان الجسيمية والموجية للضوء بيانات عن طبيعة الضوء بلغة إجراءات معينة كامنة خلفه وفسرت الاطرادات المؤسسة قبل والمبر عنها بقوانين إنتشار الضوء فى خطوط مستقيمة وقوانين الإنكسار والآنكسار والتشتت بإعتبارها قوانين ناتجة عن القوانين الأساسية التى كان من المفترض تطابقها مع العمليات الكامنة تحتها . ولذا فإن إنكسار أشعة الضوء المار من الهواء إلى الزجاج كانت تفسر فى نظرية هاينجز الموجية بإعتبارها ناتجة عن تباطؤ الموجات الضوئية فى الوسط

الأغظ . وخلافا لذلك عزت نظرية نيوتن الجسيمية الإنكار الضوئي إلى جذب أشد قوة يمارسه الوسط الأغظ على الجسيمات الضوئية .

وبطريقة عارضة لا يتضمن هذا التفسير الانحراف المشاهد لأشعة الضوء في إرتباطه مع غيره من الافتراضات التى تفترضها نظرية نيوتن ويتضمن أن الجسيمات الضوئية تسرع عند إنتقالها إلى الوسط الأغظ أخرى من أن تتباطأ حسيما تنبأت النظرية الموجية . هذه القضايا الزومية المتعارضة أختبرت بعد ذلك بمائتى عام بواسطة فوكيه فى التجربة التى تناولناها بإيجاز فى الفصل الثالث وأكدت نتيجتها الزوم الموافق للنظرية الموجية .

ولنذكر أحد الأمثلة الأخرى . تقدم نظرية حركة الغازات تفسيراً للتباين الواسع للإطارات المؤسسة تأسيساً أمبريقياً على أنها تجليات ميكروسكوبية للإطارات الاحصائية فى الظواهر الجسيمية والذرية الكامنة تحتها ، إن الكيانات والاحراءات الأساسية التى طرحها نظرية من النظريات والقوانين التى يفترض أن تتحكم فيها يجب تحديدها بإيضاح ودقة وإلا ما أمكن أن نخدم النظرية أغراضها العلمية . تصور هذه النقطة الهامة بالتصور الحيوى الجديد للظواهر البيولوجية فالسكانات الحية ، كما هو معروف ، تبدى تنوعاً من الملامح المثيرة التى تبدو غائية متميزة فى طابعها ومن بين هذه الملامح تحدد الأطراف المفقودة فى بعض الأنواع ونمو مركبات عضوية سوية فى أنواع أخرى من الأجنة التى أنلفت أو تقطعت قطاماً عديدة فى مرحلة مبكرة من نموها . التوافق الملاحظ للكثير من العمليات فى كائن من الكائنات العضوية النامية كما لو كان متبعا خطة مشتركة تؤدى إلى تكوين فرد ناضج . ووفقاً للتصور الحيوى الجديد لا تحدث هذه الظواهر فى المركبات غير الحية ولا يمكن تفسيرها

بواسطة قوانين الكيمياء والفيزياء وحدها . إنها بالأحرى تجليات لأنفال
غائية من نوع غير فزيائى كامنة تحتها يشار إليها باعتبار أنها قوى
أنتليخية أو قوى حيوية . وعادة ما يفترض أن كينيتها النوعية
لا تخالف مبادئ الفزيائى والكيمياء وإن كانت توجه العمليات المضوية
فى حدود الامكانيات التى تتيحها القوانين الفزيائية الكيميائية بطريقة من
الطرق بحيث أنه فى وجود العوامل الموقفة تتقدم الأجنة فى نموها لتصبح
أفراداً أسوياء . وقد يبد أن هذا التصور يقدم لنا فيها أعماق للظواهر البيولوجية
موضع البحث . فقد بمنحنا إحساساً بأننا أكثر ألفة معها . ولكن الفهم
بهذا المعنى ليس مطلوباً فى العلم . والنسق الذى يحمل نفاذ البصيرة الى الظواهر
بهذا المعنى الخدسى لا يوصف بأنه نظرية علمية لهذا السبب . فالافتراضات
التي تضعها النظرية العلمية بصدد العمليات الكامنة تحتها لا بد وأن تكون
محدودة بالقدر الذى يسمح باستخلاص اللزومات المتمثلة بالظواهر التي يتعين
على النظرية أن تفسرها . يحقق المذهب الحيوى الجديد فى هذا الصدد . إذ
لا يبين الظروف التي تشرع فى ظلها القوى الانتليخية فى العمل وبوجه خاص
فى أى صدد تتوجه القوى البيولوجية المباشرة . وعلى سبيل المثال ليس ثمة
مظهر خاص من مظاهر نمو الأجنة يمكن أن يستنتج من المذاهب وليس
بمقدور المذهب التنبؤ بالاستجابات البيولوجية فى كل شروط تجريبية معينة .
ومن ثم عندما نصادف نمطاً جديداً مثيراً من التوجية المضوى لن نتسكن
فى كل المذهب الحيوى الجديد إلا من التفوه بالمنطوق بعد الواقعة « هناك
تجلى آخر من تجليات القوى الحيوية » فهو لا يقدم لنا أسباباً لتولنا « على
أساس الافتراضات النظرية هذا ما كان متوقفاً بالضبط للنظرية أن تفسره » .

لا ينشأ هذا التصور في المذهب الحيوى عن أن القوى الانتليخية منهومة باعتبار أنها افعال لا مادية لا ترى ولا يحس بها . يتضح هذا عندما تقابله بتفسير أطراد حركات الكواكب والحركات القمرية بواسطة نظرية نيوتن . كلا من التفسيرين يستعين بأفعال لا مادية أحدها قوى حيوية والآخر قوى جاذبة . ولكن نظرية نيوتن تحتوى على إفتراضات معينة معبر عنها في قانون الجاذبية وقوانين الحركة التى تحدد :

(١) القوى الجاذبة لكل الأجسام الفيزيقية ذات الأوزان والمواضع المعينة التى تمارس ضغطا على المجموعات الأخرى .

(ب) التغير فى سرعاتها ومواضعها تكشف عنه تلك القوى .

إن هذه السمة هى التى تمنح النظرية قوتها التفسيرية لتفسير الإطارات الملاحظة قبلا والتنبؤ بالمستقبل وإستقصاء الماضى . ومن ثم إن النظرية التى إستخدامها هالى للتنبؤ بأن المذنب من المذنبات الذى لاحظ فى سنة ١٦٨٢ يعود إلى الظهور فى سنة ١٧٥٩ ولتحديد موضعه استقصى المذنبات التى سجلت فى مناسبات متتالية رجوعا إلى سنة ١٠٦٦ أدت النظرية دورا تفسيريا إستعراضيا وتنبؤيا فى إكتشاف النجم نيوتن على أساس عدم الاطراد فى مدار الكوكب أورانوس وبعد ذلك فى إكتشاف الكوكب بلوتو على أساس عدم الاطراد فى مدار الكوكب نبتون .

٦-٢ المبادئ السكائنة والمبادئ الحدودية

إن صياغة النظرية من النظريات تتطلب نوعين من المبادئ نطلق عليهما إسم المبادئ السكائنة والمبادئ الحدودية على سبيل الإيجاز . يتميز النوع الأول بالكيفيات والعمليات الأساسية التى تستعيد بها النظرية والقوانين

التي من المفترض تطابقها معها . وبيّن النوع الأخير كيف تصور النظرية العمليات المرتبطة بالظواهر الامبريقية التي تعرفنا عليها بالفعل والتي قد تفسرها النظرية أو تتنبأ بمستقبلها وتستقصي ماضيها . لنتناول بعض الأمثلة : في نظرية حركة الغازات تكون المبادئ الكامنة هي تلك التي تسم الظواهر الدقيقة على المستوى الجسيمى في حين تربط المبادئ الحدودية بين الأوجه المعينة للظواهر الدقيقة وبين الملامح المنظورة بالعين المجردة لغاز من الغازات . لنتناول تفسير قانون جراهام للإنتشار في القسم ٥-٦ . تتضمن المبادئ الكامنة التي يستعين بها إقراضات عن السمة العشوائية للحركات الجسيمية والقوانين الاحتمالية التي تحكمها .

وتتضمن المبادئ الحدودية الفرض القائل بأن معدل الانتشار وهو خاصية ميكروسكوبية (منظورة) للغاز يتناسب مع متوسط سرعة جزيئاته . كم يعرف بالغاز في مستوى دقيق . أولناخذ تفسير قانون بويل القائل بأن ضغط مقدار ثابت عن الغاز في درجة حرارة معينة يتناسب عكسيا مع حجمه . يستعين هذا التفسير أساسا بالفروض الكامنة كذلك التي يستعين بها قانون جراهام للإنتشار . يقدم الارتباط بالكم المنظور للضغط بفرض حدودى بحيث أن الضغط الذى يمارسه غاز من الغازات في إناء . يحتويه ينتج عن اصطدام الجزيئات بجدار الإناء الحاوى لها ويكون مساويا من حيث الكم المتوسط القيمة لقوة الدفع الكلية التي تطلقها الجزيئات في الثانية الواحدة لوحدة مربعة من مساحة الجدار . تنتج عن هذه الفروض النتيجة القائلة بأن ضغط الغاز يتناسب عكسيا مع حجمه وطرديا مع متوسط طاقة الحركة لجزيئاته . ومن ثم يستعمل التفسير فرضا حدوديا ثانيا أعنى أن متوسط طاقة

الحركة لجزيئات كمية ثابتة من الغاز يظل ثابتا طالما ظلت درجة حرارة الغاز ثابتة . ومن الواضح أن هذا المبدأ يجتمع مع النتيجة السابقة ينتج لنا قانون بويل . في الأمثلة التي تناولناها تواقداً يقال إن المبادئ الحدودية تربط بين كيانات معينة مفترضة نظريا لا يمكن أن تلاحظ أو تقاس مباشرة (وذلك للجزيئات في حركتها ، وكتلتها ، قوة دفعها وطاقها) وبين أوجه الأنساق الفزيائية المتوسطة الحجم والتي يمكن ملاحظتها أو قياسها مباشرة بدرجة أقل أو أكثر . (مثال ذلك درجة حرارة أى ضغط غاز يقاسان بترمو متر أو جهاز لقياس الضغط) ولكن المبادئ الحدودية لا ترتبط دائماً بين أوجه نظرية لا يمكن أن تلاحظ و بين أوجه تجريبية يمكن تلاحظ .

يتضح هذا من تفسير بوهر للتعميم الأميريقي المعبر عنه بصفة بالمر التي تناولناها سابقا والتي تحدد بصورة حسابية الأطوال الموجية لسلسلة لامتناهية من الخطوط المستقلة التي تظهر انبعاث طيف الإيدروجين .

ينبئ تفسير بوهر على افتراض (١) أن الضوء ينبعث من بخار الإيدروجين كهربيًا أو حراريا ينتج عن الطاقة المتولدة عندما تتطاير الذرات المفردة من مستوى طاقة أعلى إلى مستوى طاقة أدنى .

(ب) إن مجموعة معينة فحسب (لامتناهية نظريا) من مستويات الطاقة المنفصلة المحددة من الناحية الكمية تكون في متناول الإلكترون من ذرة الإيدروجين .

(ج) الطاقة ΔE الناتجة عن تطاير الإلكترون ينتج عنها ضوء ذو طول موجي واحد λ . وذلك الطول الموجي الذي يمثيه القانون $\Delta E = h \cdot c / \lambda$ حيث h هو ثابت بلانك ، c سرعة الضوء .

وكنتيجة يرى الخط في طيف الايدروجين مظاهرا لتطابق كمى بين مستويين معينين من مستويات الطاقة تصدر صيغة بالمر في الواقع عن إفتراضات بوهر النظرية بالتفصيل الحكى .

تتضمن المبادئ السكامة المستعان بها هنا افتراضيات تميز نموذج بوهر لذرة الايدروجين باعتبار أنها تتألف من نواة موجبة والكثرون يتحرك حولها في واحدة أو أخرى من سلسلة من المدارات الممكنة . كل مدار مقابل لأحد مستويات الطاقة وللافتراض « ب » المتقدم . ومن الناحية الأخرى تنطوى المبادئ الحدودية على فروض مثل ١ ، ٢ ، ٣ المذكورة قبلا ، فهى تربط الكميات النظرية التى لا يمكن أن تلاحظ بمادة الموضوع الذى تفسره . وهو الأطوال الموجية لخطوط معينة في إنبعاث طيف الايدروجين .

هذه الأطوال الموجية ليست ملاحظة بالمعنى العادى للفظ ولا تقاس ببساطة وعلى نحو مباشر كما يقاس الطول والعرض لاطار صورة أو الوزن لشعلة البطاطس قياسها إجراء غير مباشر بدرجة عالية ويقوم على إفتراضات كثيرة بما في ذلك الافتراضات الخاصة بالنظرية الموجية في الضوء . وفي السياق الذى نتناوله نسلم بتلك الافتراضات . إذ هى لازمة حتى في مجرد تقرير الاطراد الذى ينشده التفسير النظرى (الافتراضى) . ومن ثم ليست الظواهر التى تربط للمبادئ الحدودية والكميات والعمليات الأساسية التى تفترضها النظرية من النظريات بحاجة إلى أن تكون مما يلاحظ أو يقاس مباشرة . فقد يتميز طابعها بلفظ النظريات القائمة قبلا . وقد تستلزم ملاحظتها وقياسها مبادئ تلك النظريات . فكما رأينا لا تكون للنظرية من النظريات قوة تفسيرية بدون المبادئ السكامة للنظرية . ولا تكون النظرية قابلة للاختبار (م ٨ — فاسفة العلوم)

دون المبادئ الحدودية. وذلك لأن المبادئ الكامنة للنظرية تهتم بالكيانات والعمليات الخاصة التي تفترضها النظرية (كما في ظواهر الإلكترون من مستوى طاقة ذرية إلى مستوى آخر في نظرية بوهر) ولذلك يعبر عنها بلغة التصورات النظرية التي تشير إلى تلك الكيانات والعمليات .

ولكن للقضايا اللزومية التي تسمح باختيار تلك المبادئ النظرية التي تعرف بالفعل كيف تلاحظ وتقاس وتوصف يعبر عنها بلغة الأشياء والحوادث التي كانت معروفة قبلا . وبعبارة أخرى حيث تصوغ المبادئ الكامنة للنظرية مصطلحاتها الافتراضية المميزة في ألفاظ مثل :

(نواة ، إلكترون مداري ، مستوى طاقة ، ظواهر الإلكترون) تصاغ اللزومات الاختبارية في ألفاظ مثل (بخار الأيدروجين ، انبعاث الطيف ، طول موجي مرتبط بخط طيفي) مفهومة قبلا .

كما عسانا أن نقول إن الألفاظ (المعطيات) قدمت إلى النظرية قبلا وأمكن استخدامها مستقلة عنها . نشير إلى هذه المصطلحات باعتبار أنها في متناول أيدينا قبلا أو باعتبار أنها المصطلحات المفترضة قبلا .

من الجلي أن اشتقاق مثل هذه اللزومات الاختبارية من المبادئ الكامنة للنظرية يتطلب المزيد من المقدمات التي تقم الارتباط بين مجموعتين من المفاهيم . وهذا — كما تبين الأمثلة السابقة — يتم إنجازه بواسطة مبادئ حدودية مناسبة (تربط على سبيل المثال الطاقة المتحققة في ظواهر الإلكترون بالطول الموجي للضوء المنبعث كنتيجة لذلك) . وبدون المبادئ الحدودية لا تنتج المبادئ الكامنة للنظرية لزومات اختبارية وذلك يخالف مطلب القابلية للاختبار .

٦ - ٣ الفهم النظرى :

إن الغالبية للإختبار من حيث المبدأ والمحتوى التفسيرى ليست على الرغم من أهميتها النصوى إلا الشرط الضرورى الأدنى الذى لابد وأن تعنى به النظرية من النظريات . إن النسق الذى يقابل هذين المطالبين يلقى الضوء القليل وينتقل إلى الاهتمام العلمى . لا يمكن أن تقر السمات المميزة لنظرية علمية جيدة فى أفاظ جد دقيقة . فالمديد من خصائص النظريات كان مقترحاً فى الفصل الرابع عند مناقشة الاعتبارات المتصلة بتأييد وقبول الفروض العلمية ولكن الأمر يحتاج إلى بعض الملاحظات الإضافية . فى المجال من مجالات البحث حيث يتحقق قدر من الفهم بإقامة القوانين الأمبريقية توسع النظرية الجيدة هذا الفهم وتممه . أولاً تقدم مثل هذه النظرية تفسيراً موحداً بطريقة منهجية منسقة لظواهر متباينة تماماً . فهى تعود بها جميعاً إلى نفس العمليات الكامنة تحتها وتقدم الاطرادات الامبريقية المختلفة كتجليات لمجموعة واحدة مشتركة من القوانين الأساسية .

لاحظنا قبلاً أن التباين المائل للاطرادات الامبريقية (كذلك التى يبينها السقوط الحر البندول البسيط ، حركات القمر والكواكب والمذنبات ، النجوم المزدوجة ، الأقمار الصناعية المد والجذر ... الخ) التى تفسرها المبادئ الأساسية لنظرية نيوتن عن الجاذبية والحركة وعلى نحو مماثل تعرض نظرية حركة الغازات تبايناً واسماً للاطرادات الامبريقية كتجليات لاطرادات احتمالية معينة فى الحركات العشوائية للجزيئات وتفسر نظرية بوهر للذرة الأيدروجين الاطراد الذى تعبر عنه صيغة بالمر فحسب تلك الصيغة التى تشير إلى سلسلة واحدة من الخطوط طيف الأيدروجين وتحتوى على سلاسل متعددة

لخطوط مشتركة تقع في الأجزاء غير المرئية من ألوان الطيف تحت الحمراء أو فوق البنفسجية . وعادة ما تعمق النظرية فهمنا بطريقة مختلفة أى بيان أن القوانين الامبريقية للمصاغة قبلا والتي قصد بها التفسير لا تصدق بدقة وبلا استثناء بل بطريقة تقريبية وفي مدى محدود من التطبيق. ومن ثم إن تفسير نيوتن النظرى لحركة الكواكب يبين أن قوانين كبلر تصدق على نحو تقريبي فحسب وهى تفسر لماذا كان ذلك كذلك . تتضمن مبادئ نيوتن أن مدار الكوكب المتحرك حول الشمس تحت تأثيرها الجاذبى وحده يكون بالضرورة مداراً اهليلجيا . ولكن القوة الجاذبة التى تمارسها الكواكب الأخرى تؤدى إلى إنحرافات عن المدار الاهليلجى الدقيق .

تعطى النظرية تفسيراً كليا للاضطرابات الناتجة بلغة كمثل الأجرام المسببة للاضطراب وتوزيعها المكاني. وبالمثل تفسر نظرية نيوتن قانون جاليليو عن السقوط الحر على أنه أحد الأوجه الخاصة التى تتجلى فيها القوانين الأساسية للحركة فى ظل الجاذبية الجاذبة . ولكنها بهذا الفصل تبين أن القانون (حتى فى حالة تطبيقه على السقوط الحر فى الخلاء) يصدق فحسب وعلى نحو تقريبي . وأحد الأسباب لذلك أنه فى صيغة جاليليو تظهر عجلة السقوط الحر كثابت (ضعف العامل ١٦ فى الصيغة القائلة بأن المسافة التى يقطعها جسم فى ثانية واحدة $= ١٦$ قدما ربما) فى حين أنه وفقا لقانون مربع العكس الخاص بالجذب الجاذبى عند نيوتن تتزايد القوة المؤثرة على الجسم الساقط كلما تناقص بعده عن مركز الأرض ومن ثم بفضل القانون الثانى من قوانين الحركة عند نيوتن تتزايد عجلة الجسم أثناء السقوط وتصدق ملاحظات عمالة على قوانين البصريات الهندسية . منظور إليها من النقطة المتميزة للنظرية الموجية فى

البصريات . وعلى سبيل المثال في وسط متجانس لا يسير الضوء في خطوط مستقيمة إذ ينحرف جانبا . وقوانين البصريات الهندسية الخاصة بالإنكسار في المرايا المقعرة وتكوين الصورة بواسطة العدسات تصدق على نحو تقريبي فحسب وفي حدود معينة . ولذلك قد يكون مغريا أن نقول إن النظريات لا تفسر القوانين القائمة قبلا . بل نرفضها ولكن هذا يقدم صورة مشوهة عن الزوية التي تمنحها النظرية . إن النظرية لا ترفض ببساطة التعميمات الامبريقية السابقة في ميدانها . ولكنها بالأحرى تبين أنه في المدى المعين الذي تحدده الشروط الواصفة تصدق التعميمات عن نحو شديد الاقتراب . فالمدى المحدود لقوانين كبلر يشتمل على تلك الحالات التي تكون فيها كتل الكواكب المسببة للإضطرابات صغيرة بالمقارنة بكتلة الشمس وبعدها عن الكواكب المعين كبير بالمقارنة ببعدها عن الشمس . وبالمثل تكشف النظرية عن أن قانون جاليليو يصدق على نحو تقريبي بالنسبة للسقوط الحر عبر مسافات قصيرة . وأخيرا توسع النظرية الجيدة نطاق معرفتنا وفهمنا للتفسير والتنبؤ بالظواهر المعروفة عند صياغة النظرية . ومن ثم إن تصور تورشيللي لبحر الهواء أدى إلى تنبؤ بأشكال بقصر عمود البارومتر الزئبقى مع تزايد الارتفاع فوق سطح البحر . لا تفسر نظرية النسبية العامة لا ينشتين الدوران البطيء المعروف لمدار الكوكب عطارد فحسب . بل تنبأ أيضا بانحراف الضوء في المجال الجاذبى تنبؤا أثبتت صحته القياسات الفلكية فيما بعد . تضمنت نظرية ماكسويل الكهرومغناطيسية وجود موجات كهرومغناطيسية وتنبأت بخصائص هامة لإشعاعها . وقد تأيدت هذه القضايا اللزومية فيما بعد بتجربة هنريش هرتز . وقد زدوتنا هذه القضايا اللزومية بأسس تكنولوجية الارسال بالراديو من بين غيرها من التطبيقات .

٦ - وضع الكميات النظرية :

على أية حال بلغت العلوم الطبيعية أعمق الروى وأبعد المدى بالتزول تحت مستوى الظواهر الامبريقية المألوفة . ولذلك ليس من المدهش أن يذهب بعض المفكرين إلى إعتبار البناءات والقوى والعمليات الكامنة التى تفترضها النظريات المؤسسة تأسيسا جيدا على المكونات الحقيقية للعالم . فهذه النظرة هى التى عبر عنها ادجتون فى الدخل الاستقرازى لكتابه طبيعة العالم الفيزيائى : « يبدأ فيخبر قراءه بأنه عند جلوسه لكتابة كتابه صف كرسيه إلى مفصلتيه ومضى يستعرض الفروق بين المنضدتين . كانت إحداها مأوفة لى منذ وقت مبكر . إن لها إمتدادا وهى طويلة العمر إذاقورنت بالأخرى وملونة وعامرة . المنضدة الثانية هى منضدتى العلمية . إنها خالية فى الأغلب . يقتائر فى ذلك الخلاء العديد من الشحنات الكهربائية المندفعة بسرعة هائلة . ولكن حجمها المنضام يبلغ أقل من جزء من البليون من حجم المنضدة نفسها ومع ذلك تساند الورقة التى أكتبها فوقها على نحو مقنع شأنها فى ذلك شأن المنضدة الأولى . لأننى عندما أضع الورق فوقها تستمر الجزيئات الكهربائية الصغيرة بسرعتها الهائلة فى خيط الجانب الأسفل بحيث أن الورق يسان على هيئة المكوك فى مستوى ثابت تقريبا . إن ثمة إختلافاً سواء إمتزنت الورقة التى أمامى كما لو كانت مربا من الذباب أو كانت مسندة لأن هناك مادة تحتها . فهى لكونها الطبيعة الجوهرية للمادة تشغل مكانا بحيث تسبق مادة أخرى . ولست بحاجة لإخبارك أن الفزياء الحديثة أكدت بالإختبار الدقيق والمنطق الصارم أن منضدنى العلمية الثانية هى الوجود حقة . ومن ناحية أخرى لست بحاجة لإخبارك أن الفزياء الحديثة لن تنجح فى التخلص من تلك المنضدة الأولى

المركبة تركيبا غربيا من طبيعة خارجة وخيال ذهن وتعمب موروث — التي تقع مرئية لعينى وملوسة بقبضتى (١) .

هذا التصور لا يمكن تأييده وإن كان مقدما بصورة مقننة لأن تفسير أية ظاهرة من الظواهر لا يكون بتحريفها . فليس الهدف أو الأثر للتفسيرات النظرية ببيان أن الأشياء للألوفة نظرتنا اليومية ليت موجودة حقيقة . فمن الواضح أن نظرية حركة الغازات لا تبين أن هناك أشياء كالأجسام الميكروسكوبية للغازات المختلفة تغير أحجامها في ظل الضغط المتغير وتنتشر عبر الجدران المسامية بمعدلات متميزة . الخ إن هناك فحسب أسرابا من الجزئيات تحوم بطريقة عشوائية . وعلى النقيض من ذلك تسلم النظرية بوجود تلك الحادئات والاطرادات الميكروسكوبية . وتسعى النظرية لتفسيرها بلغة البنية الميكروسكوبية للغازات والعمليات الميكروسكوبية للتضمنة في تغيراتها المتعددة . وكون النظرية تفترض تلك الظواهر الميكروسكوبية قبلا يبين بوضوح من الحقيقة القائلة بأن مبادئها الحدودية تشير بوضوح إلى سمات ميكروسكوبية — كالضغط والحجم ودرجة الحرارة ومعدل الانتشار — مرتبطة بأشياء وعمليات ميكروسكوبية . وبلثل لا تبين النظرية الذرية للمادة أن اللضدة ليست شيئا ماديا صلبا . أنها تسلم بهذه الأشياء وتسعى لبيان أن النظرية تفترض تلك الخصائص الميكروسكوبية في ضوء العمليات الميكروسكوبية الكامنة . وبالطبع تكشف النظرية في هذا الصنع عما قبلناه عن طبيعة مقدار من الغاز أو جسم صلب باعتباره أفكارا جزئية خاطئة . وذلك كالفكرة القائلة بأن هذه الأجسام الفزيائية متجانسة تماما لا بهم كم هي

صغيرة أجزاؤها التي قد تناولها . ولكن تصحيح التصورات الخاطئة من هذا النوع صرخة في واد أبعد من بيان أن أشياء الحياة اليومية وسماها المألوفة ليس لها وجود وحقيقى .

أخذ بعض العلماء وفلاسفة العلم بوجهة النظر المضادة لتلك التي تناولناها توا على خط مستقيم . أنكروا وجود الكيانات النظرية وأعتبروها خيالات مخترعة ببراعة بحيث تقدم تفسيراً وصفياً وتنبؤياً للأشياء والحادثات للملاحظة مريحاً وبسيطاً من الناحية الصورية . ولقد جرى التمسك بهذه النظرة العامة في صور شتى عديدة وعلى أسس مختلفة .

وأحد الأنماط ذات التأثير في الدراسات الفلسفية الحديثة للقضية يمكن تقريره بإيجاز على النحو التالى :

إذا كان لنظرية من النظريات المقترحة أن تتخذ معنى واضحاً فمن المؤكد أن التصورات النظرية الجديدة التي تستخدم في صياغها ينبغي أن تعرف تعريفاً واضحاً وموضوعياً بلغة التصورات المفهومة والمتداولة فعلاً . ولكن كقاعدة .

ليست مثل هذه التعريفات التامة في الصياغة المعتادة للنظرية . ويوحى الفحص المنطقي الدقيق للطريقة التي ترتبط بها التصورات النظرية الجديدة بالتصورات المتوفرة قبلاً بأن مثل هذه التعريفات قد لا استطاع الوصول إليها في واقع الأمر . ولكن النظرية المعبّر عنها بلغة التصورات التي تتعدد خصائصها بطريقة غير كافية لا بد وأن تقتصر بدورها إلى المعنى المحدود تحديداً تاماً . وذلك لأن مبادئها التي تتحدث عن كيانات نظرية وحدوث معين ليست قضايا محدودة بدقة على الأقل . فهي ليست صادقة أو كاذبة .

وعلى أحسن الفروض تشكل جهازا رمزيا مناسباً وفعالاً لإستنتاج ظاهرة أمبريقية معينة (وذلك كظهور خطوط متميزة في مطياف موضوع وضعا ملائماً) من غيرها من الظواهر (وذلك كتمرير سيال كهربائي عبر غاز الأيدروجين) سنتناول بدقة أكثر الطرق التي بها تتمين معاني المصطلحات العلمية في الفصل الثاني) . وحالياً نلاحظ أن مطلب التعريف التام الذي على أساسه يقوم هذا البرهان مطلب ملح . فمن الممكن القيام بإستخدام واضح ودقيق لتصوير من التصورات لم يتوفر له تعريف تام بل تعريف جزئي لمعناه . وعلى سبيل المثال إن تحديد خصائص التصور « حرارة » بالرجوع إلى قراءات الترمومتر الزئبقى لا يقدم تعريفاً تاماً لدرجة الحرارة ولا يمين درجة الحرارة تحت درجة التجمد أو فوق درجة الغليان للزئبق . ومع ذلك في نطاق هذه الحدود يمكن أن يستخدم التصور بشكل دقيق وموضوعي . وفضلاً عن ذلك يمكن أن يتسع نطاق تطبيقه بتحديد طرق بديلة لقياس درجة الحرارة . للبدا القائل بأن الكتل القصورية للأجسام الفزيائية تتناسب عكسياً مع عجالات السرعة التي تمنحها إياها قوى مساوية لها ، ومرة أخرى لا تعرف هذه الصياغة المراد بكثلة الجسم ومع ذلك تقدم تعريفاً جزئياً يسمح بإختبار قضيا معينة وضمت بلفة تصور الكتلة . وبالمثل إن المبادئ الحدودية النظرية تزودنا بمعايير جزئية لإستخدام المصطلحات النظرية معبراً عنها بلفة التصورات المفهومة قبلاً . ومن ثم إن الافتقار إلى التعريفات التامة لا يمكن أن يبرر تصور المصطلحات النظرية والمبادئ النظرية التي تحتوى عليها باعتبارها أداة رمزية للحساب .

ثمة برهان آخر يعارض وجود الكيانات النظرية يقدم على النحو التالى .

إن القدر من نتائج البحث الامبريقية مهما كانت وافرا ومتنوعا يمكن أن يندرج من حيث المبدأ تحت القوانين والنظريات المختلفة . ومن ثم إذا كانت القيم الزوجية للربطة والحددة تحديدا تجريبيا المتغير من المتغيرات المستقلة والتابعة تمثلها النقط في رسم بياني كان ممكنا كما رأينا قبلا أن ترتبط النقط بمنحنيات كثيرة مختلفة . وكل من هذه المنحنيات يمثل قانونا تجريبيا واحدا يفسر القيم الزوجية للربطة والقيسة . وتصدق ملاحظة مماثلة على النظريات ولكن حيث تقوم نظريتنا بديلتان كنظريتي الضوء الجسيمية والوجية قبل التجارب الحاسمة في القرن التاسع عشر بتفسير مجموعة من الظواهر الامبريقية . إذا سلمنا بالوجود الحقيقي للكيانات النظرية التي تفترضها إحدى النظريتين وجب أن نسلم بالكيانات المخالفة التي تفترضها النظرية الأخرى ومن ثم إن الكيانات التي تفترضها إحدى النظريتين البديلتين يمكن التمسك بوجودها بالفعل . إلا أن البرهان قد يضطرنا إلى القول بأنه كلما بدا أننا نسمع طائرا يعني خارج النافذة المفتوحة فلا يجب أن نفترض أن هناك طائرا حقيقيا حيث يمكن أن يفسر الصوت بفرض بديل يقول إن شخصا ما ينفخ صفارة طائر . ولكن من الواضح أن هناك طرقا لاكتشاف ما إذا كان أى من هذين الفرضين صحيحا . لأنه بخلاف تفسير الصوت الذي نسمعه نجد للتفسيرين لزومات إضافية مختلفة تقبل الاختبار إذا ما أردنا أن نكتشف ما إذا كان هناك طائر حقيقي أو صفارة أو شيء ما آخر تنبع عنه الصوت . وكما رأينا قبلا إن للنظريتين البصريتين المزيد من التضايي الزومية المتفاضلة التي تختبر النظريات بواسطتها . وقد أخذتتا فعلا . إن الاستبعاد التدريجي لبعض الفروض والنظريات البديلة التي يمكن إدراكها لا يضيق من مجال الفروض والنظريات

المنافسة إلى الحد الذى معه يستبعد الواحد منها . ومن ثم لا يمكن أبدا أن
نقرر بالتأكيد أن واحدة من النظريات صادقة وأن الكيانات التى تفترضها
لها وجود حقيقى . وليس قولنا هذا إكتشافا لميب فى دعوانا بإصدد الكيانات
النظرية . بل ملاحظ خاصة شاملة لكل المعارف الامبريقية . والبرهان
الثالث الوارد ضمن إفتراض وجود الكيانات النظرية يراد به تحقيق هذا
الأثر يهدف البحث العلمى فى التحليل الأخير إلى تحقيق التفسير المنهجى المتسق
للقائم والظواهر التى تصادفنا فى خبرتنا الحسية وتشير فروضها التفسيرية إلى
الكيانات والعمليات التى لها على الأقل وقائع بالقوة مقبولة لحواسنا بالقوة .
فالفروض والنظريات التى تذهب بالضرورة إلى ما وراء الظواهر فى خبرتنا
المحسوسة يمكن أن تكون على أحسن الفروض أدوات صورية نافعة .
ولكنها لا تدعى تمثيل أوجه العالم الفيزيقي . وعلى أساس هذا النوع تمسك
الفيلسوف الفزيائى الشهير إرنست ماخ من بين آخرين بأن النظرية
الذرية للسادة وفرت نموذجا رياضيا لتمثيل وقائع معينة ولكن ليس
ثمة حقيقة فزيائية تدعى للذرات أو الجزئيات . وقد لاحظنا أنه اذا كان العلم
على هذا النحو يحصر نفسه فى دراسة الظواهر التى يمكن أن تلاحظ فلن يكون
فى الاستطاعة صياغة القوانين التفسيرية العامة الدقيقة . على وجه الإطلاق
فى حين أن المبادئ التفسيرية الشاملة والدقيقة من الناحية الكمية يمكن أن
تصاغ بلغة الكيانات الضمنية وذلك كالجسيمات والذرات والجزئيات الذرية .
ولما كانت هذه النظريات تختبر وتتأيد أساسا بنفس الطريقة كفروض
وضمت بلغة الأشياء والحوادث الملاحظة والمقيسة بطريقة مباشرة وبدرجة
أقل أو أكثر يبدو تصفيا رفض الكيانات الموضوعية نظريا باعتبارها

خيمالية . ولكن أليس ثمة فارق بين هذين المستويين . لنفرض أننا نرغب في تفسير أداء الصندوق الأسود الذى يستجيب لأنواع مختلفة من المدخلات بمخرجات معينة ومقدمة . قد نجترىء فنقدم فرضا عن البنية الداخلية للصندوق فى الأفاظ مثل المجالات والتروس ومحاور المجالات والتروس أو بالأفاظ الأسلاك والأنابيب الفارغة والتيارات . وقد يجتبر هذا الفرض تنويم المدخلات وضبط المخرجات المقابلة بالانصات إلى الأصوات الآتية من الصندوق وما أشبه ومع ذلك تظل إمكانية فتح الصندوق واختبار الفرض بالملاحظات المباشرة قائمة . لأن المكونات المفروضة فى الفرض جميعها ميكوسكوبية ومن حيث المبدأ يمكن أن تتناول بالملاحظة . ومن ناحية أخرى يفسر ارتباط الداخل بالخارج بين تغيرات الضغط وتغيرات الحجم لنفاذ من الغازات عند درجة حرارة ثابتة بلغة الميكانيكا الميكروسكوبية الجزئية . ومثل هذا الاختبار لن يكون ممكنا بالملاحظة . إن التمييز المقترح هنا ليس من الواضح كما قد يبدو . لأن فئة الأشياء والخواص والعمليات التى تشير إليها ليست محددة تحديداً دقيقاً .

وحدها لا بد وأن تتضمن كل تلك الأشياء والخواص والعمليات التى يؤكد حدوثها الملاحظ العادى مباشرة ودون توسط ذرائع خاصة أو فروض تفسيرية أو نظريات . تنتمى المجالات والتروس والمحاور فى مثالنا إلى هذه الفئة وكذلك حركاتها المتشابكة . وبالمثل قد تعتبر الأسلاك ومفاتيح التحويل أشياء يمكن أن تلاحظ . ولكن الشكوك تثار بخصوص أوضاع أشياء مثل الأنابيب الفارغة . فما لا ينكسر الأنابيب الفارغة شئ فيزيقى يرى وبمحس مباشرة . ولكن عندما نشير إليه بإعتباره أنبوبة فارغة (كما فى

تفسير المخرج للصندوق الأسود) نصف ذلك الشيء باعتبار أنه يتخذ خاصية معينة معقدة (أى بنية فزيائية ذات طابع مميز) ولذلك ينبغي إن نسأل عما إذا كان الشيء من الأشياء تمكن أن تلاحظ في ظل ذلك الوصف وما إذا كانت خاصية كونه أنبوبة فارغة من النوع الذى تتأكد حدوثه بالملاحظة المباشرة في حالة معينة . إننا كى نحدد ما إذا كان الشيء المعين أنبوبة فارغة نرى ما الذى يشبه الأنابيب الفارغة . ولكن الوصول إلى قرار تعتمد عليه فيما إذا كان الشيء تقوم مقام الأنبوبة الفارغة كما هو الحال في مثال الصندوق الأسود تتطلب الأمر بإختبارات شتى .

قد تستعمل هذه الاختبارات الآلات وقد تفترض تفسير قراءات الآلة مسبقا عدة قوانين ومبادئ نظرية فزائية ولكن إذا كان تحديد طابع شيء من الأشياء بإعتباره أنبوبة فارغة تتحدد بالذهاب إلى ما وراء ملكة الأشياء الملاحظة إذن لفقد مثال الصندوق الأسود قوته .

لنتابع البرهان في اتجاه مخالف نوعا ما . قلنا إن الأسلاك المشدودة في الصندوق الأسود تنظر إليها على أنها أشياء موضع ملاحظة . قد لا نرغب بالتأكد في القول بأن السلك الدقيق بعض الشيء يصبح كيانا من صنع الخيال حين يضطرنا ضعف بصرتنا إلى إستخدام نظارات لرؤيته ، وعندئذ يكون من التعسف أن نجرد الأشياء من صفاتها ، وذلك كالأسلاك الدقيقة للغاية أو الخيط أو ذرات القبارت التى لا يراها الانسان للملاحظ دون نظارات مكبرة ، وبالمثل يتعين علينا أن نقبل أشياء تلاحظ فنسب بواسطة المجهر ومكثرا نزولا إلى الأشياء التى تلاحظ بواسطة حاسبات جايمر ، غرف الفقاقع المجاهر الالكترونية وغيرها من مثل هذه الأدوات . إن هناك إمتةالا بالتدريج

من الأشياء الميكروسكوبية لخبرتنا اليومية إلى البكتريا ، الفيروسات
الجزيئات ، الذرات ، الجسيمات ، الجزيئات الذرية الفرعية . وأى خط يرسم
لتقسيمها إلى أشياء فزيائية وكيانات من صنع الخيال يكون متعسفاً تماماً^(١) .

٦ - ٥ التفسير والرد إلى المؤلف :

يقال أحياناً أن التفسيرات العلمية تؤثر رد الظاهرة الحيرة غير المؤلف
إلى الوقائع المؤلف لنا . لاشك أن التصميم يناسب بعض التفسيرات تماماً .
فالتفسيرات الموجبة المفترضة للقوانين البصرية القائمة والتفسيرات التي قدمتها
نظرية حركة الغازات وكذلك نماذج بوهر للذرات الأبدروجن والعوامل
الأخرى كلها تستعين بأفكار معينة نحن على دارية بهام من خلال إستخدامها
في وصف وتفسير الظواهر المؤلف وذلك كإنتشار موجات الماء وحركات
وتصادم كرات البليارد والحركة المدارية للكواكب حول الشمس . تمسك
بعض الكتاب مثل الفزيائي كامبل بأن النظرية العلمية التي يراد لها قيمة على
الإطلاق أن تبدى مماثلة من المماثلات . فالتقوانين الأساسية التي تحددها
مبادئها الكامنة للكيانات والعمليات النظرية يجب أن تماثل بعض القوانين
المروفة . وذلك كقوانين إنتشار الموجات الضوئية مماثلة (لها نفس الصورة
الرياضية مثل) إنتشار الموجات المائية .

إلا أن النظرة القائلة بأن التفسير العلمى الصحيح يجب بالمعنى الدقيق

(١) إنحصرت مناقشتنا لوضع الكيانات النظرية في تناول بعض القضايا الأساسية الهامة
وثمة دراسة أوفى وأكثر تفاداً وأفر مصداقاً توجد في المصطلح الخامس والسادس من كتاب
أرلست تاجل « بنية العلم » وثمة أثر آخر من الآثار الهامة التي تعالج هذه القضايا يوجد في
كتاب « سمات » « فلسفة الواقعية العلمية » (لندن روتلج ، كيجان بول - نيويورك مطبعة
الإنسانيات سنة ١٩٦٣ .

بدرجة أقل أو أكثر أن يؤثر الرد إلى المؤلف لا تقوى على الفحص الدقيق .
ونقول ابتداءً إن النظرة يبدو أنها تتضمن الفكرة القائلة بأن الظواهر التي
نألفها فعلاً ليست بحاجة للتفسير العلمي في حين أن العلم في الواقع يسعى لتفسير
مثل هذه الظواهر المألوفة كالتعاقب المنتظم لليل والنهار وفصول السنة وأوجه
القمر والبرق والرعد والأنماط اللونية لقوس قزح وزلق الزيت وملاحظ أن القهوة
واللبن أو الرمل الأبيض والأسود حين تقلب أو تهز تختلط ولكنها لا تعود
غير ممزجة مرة أخرى . لا تهدف التفسيرات العلمية إلى خلق إحساس بعدم
الكلفة أو بالألفة مع الظواهر الطبيعية ينشأ ذلك النوع من الإحساس حتى
بالنسبة للتفسيرات المتمايزيكية التي ليست لها قيمة تفسيرية على الإطلاق .
وذلك كالأنتلاف الطبيعي ، تفسير الجاذبية أو تصور العمليات البيولوجية التي
توجهها قوى حيوية . ما يهدف إليه التفسير العلمي وبوجه خاص التفسير
النظري ليس ذلك النوع من الحدس الذاتي بدرجة عالية من الفهم . ولكنه
ذلك النوع الموضوعي من الرؤية التي تمكن تحقيقها بتوحيد متسق وذلك
بعرض الظواهر على أنها تجليات لأبنية وعمليات مشتركة وكامنة تتطابق
مع المبادئ الأساسية التي يمكن اختبارها . فإذا أمكن إعطاء مثل هذا
التفسير بلغة تكشف عن مماثلات معينة مع الظواهر المألوفة كان ذلك حسناً .
وإلا فإن العلم لن يتردد في تفسير المؤلف برده إلى غير المؤلف بواسطة
التصورات والمبادئ المستحدثة التي قد تكون في البداية مخالفة لحدسنا .
وعلى سبيل المثال حدث هذا في نظرية النسبية بلزوماتها المزعجة التي تتعلق
بنسبة الطول ، الكتلة ، الديمومة الزمانية التوافق في ميكانيكا الكوانتم
بمبدئها الخاص باللاتمين وإفلاعها عن تصور من التصورات العلمية الدقيقة
المتضمنة لجزيئات أولية مفردة .

٧ - تكوين المفاهيم

٧ - التعريف

نصاغ القضايا العلمية صياغة منطقية بمصطلحات خاصة مثل الكتلة ، القوة ، المجال المغناطيسى ، الطاقة الناجمة . شكل المكان ... إلخ إذا أريد لتلك المصطلحات أن تخدم أغراضها لزم أن تتعدد معانيها لتؤكد أن القضايا الناتجة قابلة للاختبار على نحو أدق وأنها تقدم لتستخدم في التفسير والتنبؤ والارتداد وفى هذا الفصل نفحص كيف يتم هذا . يساعدنا فى تحقيق أغراضنا أن نميز بوضوح بين تلك المصطلحات كالكتلة والقوة والمجال المغناطيسى ... إلخ والمصطلحات المناظرة لها والتعابير اللفظية أو الرمزية التى تقوم مقامها . ولكى نشير إلى مصطلحات خاصة تماما كما نشير إلى أشياء خاصة من أى نوع نحن بحاجة إلى أسماء أو مسميات لها وبمقتضى مواضع معيارية من المنطق والفلسفة التحليلية نصوغ أسماء أو مسمى للمصطلح . لوضع علامتى تصنيف فرديتين حوله . وعلى هذا الأساس نتكلم عن المصطلحات كتلة ، قوة ... إلخ كما عملنا بالفعل فى القضية الأولى من هذا القسم . إذن فى هذا الفصل نهتم بمنهج تحديد معانى المصطلحات العلمية والمطالب التى يتعين أن تقابلها تلك المناهج . قد يبدو التعريف المنهج الأوضح وربما المنهج الوحيد الكفء للقيام بتحديد سمات التصور من التصورات العلمية . ولنفحص هذا الاجراء ونقدم التعريفات لفرض أو لآخر من الأغراض المختلفة تماما أعنى :

(أ) لنقرر أو نصف المعنى المقبول أو معانى المصطلح الجارى إستخلاصه .

(ب) لنحدد بالاشتراط معنى معيناً لمصطلح من المصطلحات ، ويكون

المعنى تعبيراً لفظياً أو رمزياً صيغ مؤخراً وذلك مثل الليميزون (كتلة أكبر من كتلة الإلكترون - ٢٧٠ مرة تقريباً) أو مصطلحاً قديماً يراد استخدامه بمعنى تسكنه كى خاص (وعلى سبيل المثال المصطلح « غرابة » كما يستخدم فى نظرية الجزيئات الأولية) .

التعريفات التى تستخدم الغرض الأول تسمى التعريفات الوصفية وتلك التى تستخدم الغرض الثانى تسمى التعريفات الاشتراكية . ويمكن تقرير التعريفات من النوع الأول فى الصورة .

. . . له نفس المعنى مثل —

المصطلح المراد تعريفه أو المعرف يمثل مكان الخط الجاسى ، على اليسار بينما مكان الخط المتكسر يشغله التعبير المرف ، وهنا بعض الأمثلة لثال هذه التعريفات الوصفية أب له نفس المعنى كوالد ذكر .

إلتهاب الزائدة الدودية له نفس المعنى كالتهاب المصراث الأعور (الزائدة الدودية) التزامن له نفس المعنى كالحدوث فى نفس الوقت .

تعريفات كهذه تقصد إلى تحليل المعنى المقبول للمصطلح أو وصفه لمعاونة المصطلحات الأخرى التى لا بد وأن يكون معناها مفهوماً قبلاً إذا أريد للتعريف أن يخدم غرضه . ولذلك تسمى هذه التعريفات بالتعريفات الوصفية ؛ وبالتحديد أكثر التعريفات التحليلية . وفى الفصل القادم نفحص القضايا التى يمكن النظر إليها باعتبارها تعريفات وصفية من النوع غير التحليل . فهى تحدد مدى التطبيق أو الماصدق للمصطلح أكثر من معناه ومضونه ، والتعريفات الوصفية من أى نوع تدعى الوصف لأوجه معينة من أوجه الاستعمال المقبول للمصطلح . ولذلك قد يقال إنها أكثر أو أقل تدقيقاً . (م ٩ — فلسفة العلوم)

وقد يقال إنها صادقة أو كاذبة . ومن ناحية أخرى تستخدم التعريفات الاشتراكية لتقديم تعبير يراد إستخدامه بمعنى محدد نوعاً ما في سياق المناقشة أو النظرية أو ما أشبه . ومثل هذه التعريفات يمكن أن تعطى الصورة .
ليتخذ نفس المعنى مثل . . .

لفهم نفس الشيء بواسطة . . .

التعريفات على اليمين واليسار تسمى مرة أخرى المعرفة والمعرفة على التوالي . والتعريفات الناتجة لها طابع التعريفات الاشتراكية أو المواضع التي لا يمكن صراحة أن تنصف ككونها صادقة أو كاذبة ، وبوضع المثال التالي الطرق التي لا يمكن بها صياغة مثل هذه التعريفات في الكتابات العلمية ، وكل واحدة منها يمكن أن توضع حالاً في إحدى صورتين المعياريتين المذكورتين توا .

لنستخدم مصطلح « وجع الصفراء » كاختصار لنقص إفراز الصفراء .
المصطلح « كثافة » يراد به أن يكون إختصاراً للكثلة بالجرامات في السنتيمتر المكعب .

بحامض من الأحماض نفهم الانحلال الكهربائي الذي يزود بأيونات الأيدروجين الجزئيات ذات الشحنة صفر والكثلة رقم واحد تسمى فثرونات والمصطلح المعرفة بتعريف تحليلي أو اشتراطي يمكن أن يستبعد دائماً من الجملة باحلال المعرفة محله ، هذا الاجراء يحول الجملة إلى إحدى المعادلات التي لا تمود تحتوى على المصطلح ، فعلى سبيل المثال بقاءً على أحد التعريفات التي صيغت توا يمكن أن تترجم القضية القائلة بأن كثافة الذهب أكبر من كثافة الرصاص الى القضية القائلة بأن السنتيمتر المكعب من الذهب له كثلة بالجرامات أكبر من نفس الحجم من الرصاص . وبهذا

المعنى كما وضعه كولين فإن تعريف مصطلح من المصطلحات هو بيان كيفية تجنبه (تحاشيه) .

إن القضية الثالثة « عرف مصطلحاتك » لها رنين قاعدة علمية سليمة . وفي واقع الأمر قد يبدو من الأمثلة أن كل مصطلح يستخدم في نظرية علمية أو في فرع من فروع العلم ينبغي أن يعرف تعريفاً دقيقاً . ولكن ذلك مستحيل منطقياً لأننا بعد أن نفرغ من صياغة تعريف لأحد المصطلحات بتعيين عالمنا إذن أن نعرف بدورنا كل مصطلح من المصطلحات المستخدمة في المعرف . ثم المصطلحات المستخدمة في تعريف أى من هذا الأخير وهم جزاء . ولكننا في سلسلة التعريفات الناتجة ينبغي أن نتحاشى « الدور » بتعريف مصطلح من المصطلحات بمساعدة البعض من أسلافه السابقة في السلسلة . فمثل هذا الدور يتضح من السلسلة التالية من التعريفات حيث استبدلت فيها العبارة بالرمز الاختصارى تع ليكون له نفس المعنى .

والد = تع أب أو أم

أب = تع والد الذكر

أم = تع والد ولكن ليس الأب

لتحديد معنى « أب » نستبدل اللفظ « أب » في التعريف الثانى بمعرفته كما نحدد في التعريف الأول . ولكن هذا ينتج لنا التعبير « ذكر » (أب أو أم) الذى يعرف اللفظ « أب » بواسطة نفسه (بواسطة حدود أخرى) ومن ثم ينكمس مقصراً عن الوفاء بفرضه . ولا يساعدنا على تجنب (تحاشي) اللفظة المعرفة . وننشأ صعوبات مماثلة من التعريف الثالث . والطريقة الوحيدة للهروب من هذه الصعوبة هي في محاولتنا تحديد كل لفظ في نسق معين ،

وذلك بأن لا نستخدم لفظا في الم عرف تم تعريفه قبلا في السلسلة . ولكن عندئذ لن تنتهى أبدا سلسلتنا من التعريفات . لأنه مهما ذهبنا بعيدا نظل الألفاظ المستخدمة في العرفات الأخيرة تتطلب التعريف حيث أنها بناءاً على افتراضنا لم يتم تعريفها قبلا . ومثل هذا التراجع اللانهائى سيكون بالطبع دحضا للذات إذ أن فهمنا لأحد المصطلحات يعتمد على فهمنا للمصطلح التالى . وهكذا إلى ما لا نهاية . والنتيجة لن يفسر جد أبدا . ولذلك لن يمكن تعريف كل حد فى نسق على بواسطة الحدود الأخرى فى النسق . فسوف يتبين أن تكون هناك مجموعة من الحدود الأولية التى لا تقبل التعريف داخل النسق وتستخدم كأساس لتعريف كل الحدود الأخرى ويؤخذ هذا فى الاعتبار بوضوح شديد فى الصيغة الأكسيوماتية الحديثة للهندسة الاقليدية على سبيل المثال تبين بوضوح قائمة الحدود الأولية وتقدم كل الحدود الأخرى بسلسلة من التعريفات الاشتراطية التى ترجع إلى تعبيرات تتضمن فقط الحدود الأولية^(١) .

لنفحص الآن الألفاظ المستخدمة فى النظرية العلمية . فبحسب التمييز المقترح فى الفصل السادس نفكر فى هذه الألفاظ (المصطلحات) بتقسيمها إلى فئتين : المصطلحات المقترضة الصحيحة التى هى سمة النظرية والمصطلحات المتداولة السابقة على النظرية .

كيف نحدد معانى الحدود فى النظرية . لنلاحظ أولا أنه فى النظرية

(١) توجد تفصيلات أكثر عن هذه النقط فى المجلد الآخر من هذه السلسلة . س. باركر :
ظفة الرياضيات ص ٢٢ - ٢٦ ص ٤٠ ٤١

الرياضية البحتة كما في النظرية العملية يمكن أن تحدد بعض المصطلحات المفترضة بواسطة غيرها من المصطلحات ففي الميكانيكا تعرف السرعة الآنية والعجلة لكثيرة محدودة باعتبار أنها الشق الأولى والثاني لحل الكتلة المحدودة مأخوذين كدالة للزمان في النظرية الذرية .

يمكن أن يعرف الديوترون (نواة ذرة الديوتريوم المؤلفة من بروتون ونيوترون واحد) باعتبار أنه نواة ذلك النظير من نظائر الأيدروجين الذي رقم كتلته ٢ وعلم جرا . ولكن مثل هذه التعريفات من حيث أنها تستخدم غرضاً هاماً في صياغة وإستخدام النظرية لا تكفي لأن تضع المحتوى الأمبريقي المعين في حدود معرفة وقابلة للتطبيق على موضوع البحث الأمبريقي . ولتحقيق ذلك الغرض تحتاج لقضايا تعين معاني للمصطلحات المفترضة بواسطة التعبيرات التي تفهم بالفعل والتي يمكن أن تستخدم دون الإشارة إلى النظرية . ما أسميناه المصطلح السابق على النظرية يستخدم هذا الغرض على نحو دقيق . نستخدم مصطلح القضية التفسيرية للإشارة إلى القضايا التي تحدد على هذا النحو معاني المصطلحات المفترضة الموافقة أو الألفاظ المميزة للنظرية المعنية بواسطة معجم المفردات المتداولة أو المفردات السابقة على النظرية . لنفحص الآن طابع هذه القضايا بدقة أكثر .

٧-٤ التعريفات الاجرائية :

تمة تصور شديد النوعية لطابع القضايا التفسيرية قدمته المدرسة الإجرائية في الفكر . تلك المدرسة التي انبثقت عن العمل المنهجي للفزيائي برديجان^(١)

(١) إن أول عرض كلاسيكي الآن لقسمه برديجان في كتابه « منطق الفزياء الحديثة »
نيويورك شركة ماك ميلان سنة ١٩٦٤

إن الفكرة الرئيسية للمدرسة الإجرائية هي أن معنى أى مصطلح علمي يجب أن يتحدد بالإشارة إلى عملية إجرائية إختبارية محددة توفر محكاً لتطبيقه . ومثل هذه المحكات غالباً ما يشار إليها باعتبار أنها تعريفات إجرائية ومسألة ما إذا كانت هذه التعريفات بالمعنى الدقيق مسألة من المسائل التي نتناولها فيما بعد .

ننظر أولاً في بعض الأمثلة :

في مراحل متقدمة من مراحل البحث الكيميائي كان من الممكن أن يعرف اللفظ « حامض » تعريفاً إجرائياً على النحو التالي لكي تتأكد مما إذا اللفظ « حامض » ينطبق على سائل معين من السوائل أى مما إذا كان السائل حامضاً تنفس فيه شريحة زرقاء من ورق عباد الشمس . يكون السائل حامضاً إذا تحولت ورقة عباد الشمس إلى اللون الأحمر ، يشير هذا الحك إلى عملية إجرائية إختبارية محددة هي غمس ورقة عباد الشمس الزرقاء لإكتشاف ما إذا كان اللفظ يصدق على السائل المعين . وتترتب نتيجة إختبارية محددة (الورق يستحيل إلى اللون الأحمر) لتبدل على أن اللفظ يصدق على السائل المعين . وبالمثل المصطلح « أشد صلابة من » كما يصدق على المعدن قد يقسم عملياً بالآتي :

لتحديد ما إذا كان المعدن م أشد صلابة من المعدن م نمد نقطة حادة من م تحت ضغط معين على سطح قطعة من م (إجراء إختبار) م يقال أنه أشد صلابة من م تماماً إذا ما نتج خدش من الخدوش (نتيجة إختبار نوعية) بعض التعريفات التي لا تذكر الإجراءات والنتائج صراحة يمكن أن ندخلها إن شئنا في صورة من صور التعمين الإجرائي : خذ هذه الصفة للمغناطيس . يسمى القصب

من الصلب: أو الحديد مغناطيسا إذا انجذبت برادة الحديد إلى نهايته وعلقت بها . وتقرأ الراوية الصحيحة وقد المذهب الاجرائى هكذا : للكشف عما إذا كان اللفظ مغناطيسى يصدق على قضب حديد أو قضيب صلب معين . ضع برادة الحديد بالقرب منه : إذا انجذبت برادة الحديد إلى نهايته القضيب وعلقت بها كان القضيب مغناطيسا .

إن الحدود التى تناولناها فى أمثلتنا الثلاثة « حامض » و « أشد صلابة » و « مغناطيس » فسرت باعتبار أنها تقوم مقام تصورات لائية . ولذلك لم تزودنا المحركات الاجرائية بدرجات المحوطة أو الصلابة أو قوة المغناطيس . إلا أن القاعدة الاجرائية تصدق أيضا على خصائص الألتاظ مثل « الطول » و « الكمية » و « السرعة » و « درجة الحرارة » و « الشحنة الكهربائية » وما أشبه تلك التى تقوم مقام تصورات كمية تقبل قيا عديدة .

وهنا نفهم التعريف الاجرائى على أنه تعين إجراء لتحديد القيمة العددية لكمية معينة فى حالات خاصة . فالتعريفات الاجرائية تتخذ طابع قواعد القياس . وهكذا قد يعين التعريف الاجرائى للطول إجراء يتضمن إستخدام ذراع قياس صلب لتحديد طول المسافة بين نقطتين فالتعريف الاجرائى للدرجة الحرارة يحدد كيف للدرجة حرارة جسم وعلى سبيل المثال سائل أن يتمدد بواسطة ترمومتر زئبقي وهكذا . المسلك الاجرائى المستعان فى التعريف الاجرائى لا بد وأن يختار بحيث يمكن أن يقوم بتنفيذه الملاحظ الكفء دون القياس ويمكن أن تأكد النتيجة موضوعيا دون الاعتماد ضرورة على من يقوم بإجراء الاختبار ومن ثم فى تعريف الحد . القيمة الجالية بالاشارة إلى الرسومات لن يكون من الجائز إستخدام التعليمات الاجرائية . تأمل

الرسم ولاحظ ذلك الموضع الذى يبدو أفضل لبيان الرسم على نقطة ميزان مدرج من ١ — ١٠ .

وأحد الأغراض التى من أجلها تصر المدرسة الاجرائية على محركات التطبيق الاجرائية الجلية لكل المصطلحات العلمية هى تأمين قابلية الاختبار الموضوعية لكل القضايا العلمية لنفحص على سبيل المثال الغرض الآتى :

تزايد هشاشة الجليد بتناقص درجة الحرارة أو بدقة أكبر من أى قطعتين من الجليد فى درجتى حرارة مختلفتين تكون القطعة ذات درجة الحرارة الأدنى أكثر هشاشة من الأخرى ٠٠٠ . افرض أن الاحراءات العملية الكافية قد تعددت لتعيين ما إذا كانت المادة المعطاة جليداً أو لقياس درجات حرارة القطع المختلفة من الجليد فى المقارنة الأخيرة . ولذلك يظل الغرض بغير معنى واضح — فهو لا ينتج لزومات إختبارية محددة — مالم تكن المحركات أيضاً فى متناول أيدينا لمقارنة الهشاشة . الحقيقة القائلة بأن مثل هذه العبارات كأهش من أو هشاشة زائدة والتى تبدو واضحة للعدس لا تكفى لأن تجعلها مقبولة فى الاستخدام العلمى . ولكن إذا توفرت قاعدة إجرائية دقيقة تصدق على هذه المصطلحات أصبح الغرض قابلاً حقا للإختبار بالمعنى الذى تناولناه قبلاً . ومن ثم إن محركات التطبيق الاجرائية المختارة لإختباراً صحيحاً من أجل مجموعة من المصطلحات تؤمن القابلية للإختبار فى القضايا التى تقع فيها هذه الألفاظ^(١) . يستجيب الاجرائيون بأن استخدام المصطلحات التى تفتقر إلى التعريفات الاجرائية — لا أهمية لكيف تبدو واضحة

(١) تخضع هذه الدعوى لمواصفات تتلاقى بالصورة للتطبيق للقضايا قيد البحث ولكننا قد نتجاوزها فى هذه المناقشة للذهاب الاجرائى .

ومألوفة حدسيا — بؤدى إلى قضايا ومسائل لا معنى لها. ومن ثم إن الدعوى التى تناولناها قبلا والقائلة بأن الجذب الجاذبى يعزى إلى إنجذاب طبيعى كامل يصبح بلا معنى لأنه لم تتوفر محركات إجرائية لتصور الانجذاب الطبيعى وبالمثل فى غياب المحركات الاجرائية للحركة المطلقة يرفض السؤال عما إذا كانت الأرض أو الشمس أو كلاهما يتحرك حقيقة بإعتباره سؤالاً يغير معنى^(١) لقد أحدثت هذه الأفكار الأساسية للذهب الاجرائى تأثيراً معيناً فى التفكير المنهجى فى علم النفس والعلوم الاجتماعية حيث تأكدت الحاجة إلى توفير محركات إجرائية واضحة للمصطلحات التى يراد إستخدامها فى الفروض والنظريات .

نالفروض مثل الفرض القائل بأن الناس الأكثر ذكاءاً أميل إلى أن يسكنوا أقل ثباتاً من الناحية الانفعالية من زملائهم الأقل ذكاءاً أو أن المهارة الرياضية ترتبط ارتباطاً قوياً مع المهارات الموسيقية لا يمكن أن تختبر من الناحية الموضوعية إذا لم تتوفر محركات واضحة للتطبيق بالنسبة للالفاظ المكونة لها . إن فهماً حدسياً غامضاً لا يكفى للوفاء بالفرض مع أنه قد تقترح وسائل لتحديد محركات موضوعية فى علم النفس . عادة ما تصلح مثل هذه المحركات بلفة الاختبارات (للذكاء - للثبات الانفعالى - القدرة الرياضية وهلم جرا) . . . تفصيلاً نقول إن المسلك الاجرائى يتوقف على اجراء الاختبار وفقاً للتحديد . تتوقف نتائج الاختبار على الاستجابات التى تبديها الموضوعات التى أختبرت أو تقوم كقاعدة فى شئ من الاجمال أو التقييم الكمي أو الكيفي لتلك الاستجابات التى نحصل عليها بأجراء

(١) فى هذه العدد البندان ٣ ، ٤ من الفصل ١٣ فى كتاب هولتون وروبر داس المعلم الفزيائى الحديث « بلسان المزيد من الايضاحات والتعليقات الثيرة . وقد يعدهما القارى داعية للبحث: من النقط المميزة للذهب الاجرائى والمثل غالبية الاخبار الدالة العلمية للسائل العويصة التى يعدهما برديجان للدراسة قروب نهاية الفصل الاول من منهلنى الفزياء الحديثة .

من الاجراءات التي قد تكون أكثر أو أقل موضوعية وأكثر أو أقل دقة . إن تقييم الاستجابات التي يبديها موضوع من الموضوعات في اختبار رورشاخ على سبيل المثال يعتمد أكثر على الكفاءة المكتسبة بالتدريب للشخص المفسر في الحكم بدقة على محكات واضحة دقيقة بدرجة أقل مما يفعل إختبار ستانفورد بينيه للذكاء . ولذلك فإن اختبار رورشاخ أقل ارضاءاً من إختبار ستانفورد بينيه من وجهة نظر المدرسة الإجرائية . إن بعضاً من الاعتراضات الأساسية التي ثارت ضد نظريات التحليل النفسي تتعلق بالافتقار إلى محكات كافية للتطبيق على مصطلحات التحليل النفسي والصعاب المصاحبة لاشتقاق الزومات الإختبارية الصريحة من الفروض التي تقوم فيها بأداء وظيفتها .

إن التحذيرات التي أقامتها على هذا النحو المدرسة الاجرائية كانت مثيرة للدراسة الفلسفية والمنهجية للعلم . فقد أحدثت تأثيراً قوياً في إجراءات البحث في علم النفس والعلوم الاجتماعية ولكن كما نرى الآن إن ثمة تأويلاً إجرائياً حاصراً للطابع الأمبريقي للعلم يهمل إلى أن يحجب الأوجه النظرية والمنهجية للتطورات العلمية وأن يعتمد كلية على صياغة التصور والنظرية .

٧ - ٣ المستوى الأمبريقي والمنهجى للتصورات العلمية :

تعتقد المدرسة الاجرائية أن معنى أى مصطلح من المصطلحات يتحدد تعديداً تاماً وخاصة بتعريفه الاجرائى . ولذا يقول بردهمان إن تصور الطول يكون ثابتاً عندما تكون العمليات التي قيس بها الطول ثابتة أى أن مفهوم الطول ينطوى على قدر من العمليات التي بها يتحدد الطول وليس أكثر . وعلى وجه العموم نحن لا نمنى بأى تصور شيئاً أكثر من مجموعة العمليات الاجرائية . فيكون التصور مرادفاً لمجموعة العمليات الاجرائية

الناظرة^(١) . تتضمن وجهة النظر هذه أن المصطلح المعنى له معنى فقط داخل نطاق تلك المواقف الأميريقية التي يمكن أن تتم فيها العملية الاجرائية المعروفة له . لنفرض على سبيل المثال أننا نتقدم بتطوير علم الفيزياء منذ البداية إن صح القول . ونقدم الحد « طول » بالإشارة إلى عملية قياس الطول من مسافات مستقيمة الخطوط بقصبة قياس صلب . وعندئذ ليس ثمة معنى للسؤال القائل « كم طول محيط هذه الأسطوانة » أو للقضايا التي تقدم إجابة عنه لأن عملية قياس الطول بالقصبة الصلب المستقيمة من الواضح أنها لا تقبل الانطباق على هذه الحالة .

إذا أريد لمفهوم الطول أن يكون له معنى محدد في هذا السياق فلا بد من تعيين محك إجرائي جديد ومختلف وقد يمكن القيام بهذا بالاصطلاح على أن محيط الأسطوانة يقاس بأن ثبت حوله بإحكام شريطاً قابلاً للإلتفاف غير قابل للإمتداد ثم نعد الشريط ونقيس طوله بقصبة القياس الصلب . وبالمثل إن منهجنا الأول لقياس الطول لا يمكن إستخدامه لتحديد المسافات للأشياء القائمة خارج الأرض ، وتجبرنا المدرسة الاجرائية أنه إذا أريد للقضايا بصدق تلك المسافات أن يكون لها معنى محدد فلا بد من تحديد إجراءات قياسية مناسبة وقد تكون إحدى هذه الاجراءات منهجاً في البعريات يستخدم حساب المثلثات مماثلة لذلك المنهج المستخدم في المسح لتحديد مسافات

(١) بردجان منطق الفيزياء الحديثة ص ٥

يقدمان المزيد من الإيضاحات والتطبيقات المثيرة . وقد يجدهما القارئ دليلاً يبعث من لفظ الميزة للتعجب « الاجرائي والمطلب قابلية الاختبار الدلالة العلمية للسائل الموجهة التي يقدمها بردجان للدراسة قرب نهاية الفصل الأول من منطق الفيزياء الحديثة .

أرضية معينة ، وثمة منهج آخر قد ينطوى على إحلاق إشارة رادار على الشيء القائم خارج الأرض والنقاطها وقياس الزمن المستغرق ، وإختبار مثل هذه المحركات الاجرائية الاضافية سيكون بطبيعة الحال خاضعا لهذا الشرط الهام الذى قد يسمى بمطلب الاتساق ، فحيث يكون هناك إجراءات مختلفة فإن الانطباق فإنهما لا بد ينتجان نفس النتائج وعلى سبيل المثال إذا كانت المسافة بين علامتين على مبنى قطعة أرض تتحدد بواسطة قسبة صلب وبحساب الثلثات في مجال البصريات فإن القيم المدددة التى نحصل عليها على هذا النحو يجب أن تكون نفس القيم لنفرض أن ميزانا لدرجة الحرارة قد جرى تعريفه إجرائيا بواسطة القراءات التى يعطيها الترمومتر الزئبقى ثم بعد ذلك يمتد إلى أسفل باستخدام الكحول عند نقطة التجمع الأكثر إنخفاضاً كسائل ترمومترى عندئذ لا بد من التأكد من أنها يعطيان القراءات نفسها حدود النطاق الذى يمكن لكلا النوعين من الترمومتر أن يستخدمهما فيه ولكن عند هذه النقطة يقدم بردهان مسألة أخرى . إن الكشف عن أن عمليتي قياس في حدود نطاق قابليتهما المشتركة للانطباق تنتجان نفس النتائج له طابع التعميم الأمبريقي بحيث يكون كاذبا من الناحية التصورية وإن أكدته نتائج الاختبارات الدقيقة ولهذا السبب يعتقد بردهان أنه لن يكون مأمونا أن نعتبر الاجراءين العمليين تعريفنا لتصور واحد لا غير .

فلا بد من النظر الى المحركات الاجرائية المختلفة على أنها تصورات مختلفة ذات طابع متميز ويجب أن يشار الى هذه التصورات بألفاظ مختلفة . ومن ثم قد يستخدم الطول الملموس والطول البصرى في الإشارة الى الكميات المحددة بواسطة قسبات القياس واستخدام حساب الثلثات في مجال البصريات

على التوالي . وبالمثل يتعين علينا أن نميز بين درجة الحرارة الزئبقية ودرجة الحرارة الكحولية .

كما نرى الآن هذه النتيجة المتطرفة من الصعب أن يبررها البرهان المؤيد الخال في تأكيد الحاجة لتفسير أمبريقي واضح للمصطلحات العلمية . لا يأخذ في اعتباره ما نسميه المحتوى الأمبريقي . لنفرض أننا ياتباع قاعدة بردجان نميز بين الطول الملموس والمبصر وبعد اختبارات دقيقة نقيم قانونا مزهوما بحيث أنه بالنسبة لأية فترة من الفترات الفزيائية التي تصدق عليها اجراءات القياس يكون لطلولين نفس القيمة العددية . فإذا كان لنا — فيما بعد — أن نكشف عن الشروط التي في ظلها ينتج الاجراء ان النتائج المختلفة تعين علينا أن نضرب صفحا عن القانون المزعوم . ولكننا نستطيع الاستمرار في استخدام المصطلحين (الطول الملموس والطول المبصر) دون تغيير لمعانيهما ولكن ما الذي يؤدي اليه الكشف عن مثل هذه الحالات من عدم الاتفاق . انه على النقيض من قاعدة بردجان يفسر الاجراء ان العمليان على أنهما طريقتان مختلفتان لقياس كمية واحدة . نفس الكمية التي إشار اليها ببساطة على أنها الطول فحيث إن مطلب الاتساق بالنسبة لهذين الاجراءين يجرى الاخلال به فإن أحد المعكات يتعين التغلغل عنه . ويمكن أن نستمر في استخدام مصطلح الطول ولكن مع تفسير إجرائي معدل . وهكذا يمكن تعديل النتائج الأمبريقية المتضاربة إما بالتغلي عن قانون من القوانين المقبولة تجريبيا أو أو بتعديل التفسير الاجرائي للمصطلح وبالإضافة الى ذلك — وهذا اعتراض أشد خطورة بكثير — أنه لمن المسير وفي واقم الأمر من المستحيل الالتزام بقاعدة بردجان التزاما شديدا . اذ كلما قامت بالتدريج طائفة من القوانين

أو المبادئ النظرية في مجال البحث أصبحت تصوراتها متصلة بعضها ببعض وبالتصورات المتداولة قبلا بطرق شتى . وغالبا ما يزودنا هذا الارتباط بمحركات إجرائية تطبيقية جديدة تماما . ومن ثم إن القوانين التي تربط بين مقاومة سلك معدني وبين درجة حرارته تسمح بإقامة ترمومتر مقاومة . والقانون الذي يربط بين درجة حرارة غاز ضغط معين وحجمه هو الأساس الذي يقوم عليه ترمومتر الغاز . والتأثير الكهربى الحرارى هو الذى يسمح بإنشاء جهاز لقياس درجة الحرارة يطلق عليه أسم الترمومتر الكهربى والبارومتر البصرى يحدد درجة حرارة الأجسام الساخنة بقياس سنا الإشعاع المنبعث عنها . وبالمثل تقدم القوانين والمبادئ النظرية طرقا متباينة لقياس المسافات ومن ثم إن التناقص للشروع للضغط للبارومترى من الارتفاع هو الأساس الذى تقوم عليه أجهزة قياس الارتفاع البارومترى فى الطائرات . وكثيرا ما تقاس هذه المسافات تحت الماء بتحديد الزمن الذى تستغرقه الإشارات الصوتية وتقاس المسافات الفلكية الصغيرة بحساب المثلثات البصرية أو بإشارات الرادار وتستنتج المسافات الخاصة بمجموعات النجوم الكرية ومجموعات المجرات بواسطة القوانين من فترة الظهور والسنا الظاهر لنجوم معينة فى تلك المجموعات .

وقياس المسافات الصغيرة جدا قد ينطوى على إستخدام افتراض نظرية الميكروسكوبات البصرية والليكروسكوبات الألكترونية ومناهج الإجراءات المطيافية ومناهج أشعة إكس وغيرها كثير .

والقاعدة التي اقترحها بردهمان قد تضطرنا إلى تمييز الضروب للتناظر من مفاهيم درجة الحرارة ومفاهيم الطول . والقوائم أبعد أن تكون تامة .

لأنه يستخدم بارومتريين ذى تركيبين مختلفين بعض الشيء فى قياس الارتفاعات أو يستخدم مجهرين مختلفين فى تحديد طول البسكوتريا يتمين النظر إليهما على أنهما يقومان بتحديد نوعين مختلفين من الطول أو مفهومين من مفاهيمه حيث تختلف التفاصيل الاجرائية إلى حد ما . ومن ثم إن القاعدة الاجرائية موضع المناقشة قد تضطربنا إلى إقرار طائفة من مفاهيم الطول ودرجات الحرارة وغيرها من المفاهيم العلمية التى لا يمكن التحكم فيها إجرائيا ولا نهاية لها نظريا . قد يقضى هذا على أحد الأغراض الرئيسية وهو التوصل إلى تفسير موحد متسق أعنى بذلك تفسيرا بسيطا موحدا متسقا للظواهر الامبريقية . إن الاتساق العلمى يتطلب إقامة روابط شتى بواسطة القوانين أو المبادئ النظرية بين الأوجه المختلفة للعالم الامبرىقى تلك الأوجه التى تسم بالمفاهيم العلمية . إذ المفاهيم العلمية هى — عقد العقد فى شبكة العلاقات النسقية المتداخلة — تلك التى تشكل خيوطها القوانين والمبادئ النظرية .

فالقوانين التى تشكل الأساس الذى تقوم عليه المناهج الترمومترية المختلفة تصور بعضا من الخيوط الاصطلاحية التى تربط مفهوم الحرارة بالمفاهيم الأخرى المعقودة وكما تلاقت الخيوط أكثر كلما كان دورها النسقى أقوى . وأكثر من هذا إن البساطة بمعنى الاقتصاد فى المفاهيم هى أحد الملامح الهامة للنظرية العلمية الجيدة .

وتفصيلا نقول إن محتوى المفاهيم فى النسق المتقصد نظريا أقوى من ذلك النسق من المفاهيم فى نظرية أقل اقتصادا بالنسبة لموضوع البحث نفسه ومن ثم إن الاعتبارات الخاصة بالمحتوى النسقى تعارض بقوة الاكثار من المفاهيم . ذلك الذى تدعوا إليه القاعدة القائلة بأن المحركات الاجرائية المختلفة تحدد

المفاهيم المختلفة وفي واقع الأمر لا نجد في صياغة النظريات العلمية التمييز بين المفاهيم المختلفة للطول (على سبيل المثال) . فكل مفهوم يتميز بخصائصه الاجرائية الخاصة به . فضلا عن ذلك تصور النظرية الفيزيائية مفهوما أساسيا واحدا من مفاهيم الطول وطرائف شتى أكثر أو أقل دقة لقياس الأطوال في الظروف المختلفة . وغالبا ما تبين الاعتبارات النظرية نطاق تطبيق منهج القياس ودرجة دقته . فضلا عن ذلك إن تطوير نسق القوانين والنظريات غالبا ما يؤدي إلى تعديل المحكات الاجرائية التي تطبق أساسا على بعض المفاهيم الرئيسية . وعلى سبيل المثال إن تحديدا إجرائيا للطول ينعين عليه أن يتخذ وحدة لقياس من بين أشياء أخرى . والطريق المعيارى للقيام بهذا العمل هو أن نعين المسافة بين علامتين منقوشتين على قضيب معدنى معين باعتبار أنها معرفة للوحدة . ولكن القوانين الفيزيائية والمبادئ النظرية تبين أن المسافة بين العلامتين تتغير بتغير درجة حرارة القضيب في ظل أية مؤثرات قد تؤثر عليه . ولكي نضمن معيارا مطردا للطول لابد من شروط تضاف إلى التعريف المبدئى . فالتر على سبيل المثال يعرف بواسطة المسافة بين علامتين منقوشتين على المتر المعيارى الدولى . قضيب مصنوع من سبيكة من البلاتين والريديوم ذات مقطع غريب متقاطع على شكل الحرف X ويقال للعلامتين بالمواضعة التعريفية أنهما تتخذان مسافة متر واحد عندما يكون القضيب في درجة حرارة إنصهار ويكون مؤيدا بطريقة مقايسة بواسطة محورين إسطوانيين متعامدين على طوله بزوايتين قائمتين وعلى بعد جانبي يبلغ ٥٧١ ممرا في مستوى أفقى . والمقطع المتقاطع القريب ممون لضمان أعلى درجة من شدة صلابة القضيب . والتحديد المتعلق بطريقة تأييده مستوحى من القول القائل

بأن انحرافه لن يعدل المسافة بين العلامتين إلا تعديلا طفيفا . وبين التحليل
النظري الوضع الفترض للمحورين أى الوضع الأمثل بمعنى أن التغيرات
الطفيفة في موضعهما لن تؤثر على المسافة بين العلامتين حقاً^(١) .

لنتناول مثالا آخر : إن أحد المحركات الأمبريقية الأولية الأكثر أهمية
لقياس الزمن زودتنا به الاضطرابات البادية في الحركات الظاهرة للشمس
والنجوم الثوابت . فالزمن الذى يمضى بين ظهورين متتاليين لجرم من
الأجرام السماوية في نفس الموضع الظاهر (وعلى سبيل المثال الشمس عندما
تكون في موضع سمت الرأس) يميز وحدة زمن . لقد عرفت الوحدات
الزمنية الصغيرة إجرائيا بواسطة للزولة الشمسية، الساعات الرملية، الساعات
المائية، وأخيراً بواسطة الساعات البندولية . والملاحظ أنه في هذه المرحلة
لامعنى للسؤال عما إذا كان يومان شمسيمان مختلفان أو رقاصان لبندول معين
هما في الحقيقة من ديمومة زمنية متساوية . تذكرنا المدرسة الإجرائية بأنه
في هذه المرحلة تستخدم المحركات المعينة لتعريف الديمومة المتساوية . إن
السؤال عما إذا كانت الفترات الزمانية التى تعرف بواسطة المحركات
متساوية يجد إجابة لا معنى لها بواسطة المواضع التعريفية . ولكي نقرر
تساويهما لسنابحاجة لإقامة قضية ذات واقع أمبريقى قد نخطئ بصده، ولكن
كما تصاغ وتختبر القوانين والنظريات الفيزيائية المتضمنة مفهوم الزمان تؤدي
أيضا إلى تعديل المحركات الإجرائية الأولية . ومن ثم تنطوى الميكانيكا

(١) قمة يان بالتفاصيل والاعتبارات النظرية الكاملة يمكن أن نجده في كتاب
نورمان فينغر — الكتلة، الطول، الزمان (بالتيهور — ميلاند، كتب بنجوين سنة ١٩٦١
الفصل الثانى؛

الكلاسيكية على مفهوم أن الفترة التي يستغرقها البندول تتوقف على سمته .
وتتضمن نظرية مركزية الشمس التي تفسر الحركات الظاهرية للأجرام
السماوية بالدوران المحوري (التمامدى) اليومي للأرض ودورانها السنوي
حول الشمس مع نظرية نيوتن: أن الأيام الشمسية المختلفة ليست ذات ديمومة
زمنية متساوية وإن دارت الأرض بمعدل ثابت لا يتغير . ولكن احتكاك
المد والجزر والعوامل المماثلة يبرر افتراض أن الدوران اليومي للأرض
تقناقص عجلته ببطء شديد ذلك الافتراض الذي تؤيده مقارنة الزمن المقرر
لحدوث كسوف شمس معين منذ القدم مع الأزمنة التي يجرى حسابها
استرداديا من المعطيات الفلكية الحاضرة . ومن ثم إن الإجراءات التي
تستخدم أصلا لقياس الزمن توشك أن تتناول على أساس أنها تقدم مقاييس
صحيحة تقريبا . وفي نهاية الأمر تقبل على الأساس النظري أنساقا جديدة
مخالفة كالساعات البلورية (الكوارتز) والساعات الذرية باعتبار أنها
تزود بمقاييس للزمن أكثر دقة (ضبطا) ولكن كيف يمكن أن تبين
القوانين والنظريات عدم الدقة في المحركات الإجرائية التي تصاغ فيها الحدود
الأساسية ؟ تلك المحركات لا بد من افتراضها قبلا واستخدامها في اختبار
القوانين والنظريات موضع التساؤل . ويمكن مقارنة العملية ببناء جسر من
الجسور فوق نهر من الأنهار بوضعه أولا على عوامات أو دعائم مؤقتة
غائصة في قاع النهر . وعندئذ نستخدم الجسر كرصيف أساسى لتحصين
وتعديل الأساسات . وبعد ذلك لتسوية وتوسعة البناء العلوى من أجل
إقامة نظام كلى سليم من الناحية البنائية يقوم على أسس جديدة بشكل مطرد .
قد تؤسس القوانين العلمية والنظريات على المعطيات التي نحصل عليها بواسطة

المحكات الإجرائية المتخذة ابتداءً . ولكنها إن توافق تلك المعطيات (البيانات) بالضبط . إن اعتبارات أخرى بما في ذلك الاعتبارات الخاصة بالبساطة المنهجية (النسقية) تلعب دوراً هاماً في افتراض الفروض العلمية ، ولما كانت القوانين أو المبادئ النظرية المقبولة على هذا النحو مأخوذة على الأقل من الناحية التجريبية للتعبير عن العلاقات بين المفاهيم التي تتشكل فيها فليس غريباً أن ينظر إلى المحكات الإجرائية الأولية على أنها تقدم فحسب السمات التجريبية لتلك المفاهيم .

ومن ثم ليس المحتوى الأمبريقي متمكناً في محكات التطبيق الواضحة التي تؤكد عليها المدرسة الإجرائية . هو المطلب الوحيد المنشود للمفاهيم العلمية . فالمحتوى النسقي مطلب آخر لا يمكن الاستغناء عنه لدرجة أن التفسير الأمبريقي للتطورات النظرية قد يتغير من أجل القوة النسقية للشبكة النظرية . ذلك أنه في البحث العلمي تفضى صياغة المفاهيم والنظريات معاً .

٧ - ٤ الأسئلة عديمة المعنى إجرائياً :

إن واحدة من المشكلات المثيرة التي يناقشها برديجان لإيضاح الاستخدام المخرج للمصايير الإجرائية تتعلق بإمكانية حدوث تغير غير منظور في الميزان المطلق لقياس الطول . فليس ممكناً أن تتغير المسافات تغيراً مطرداً في الكون بحيث تتضاعف كل ٣٤ ساعة^(١) . هذه الظاهرة لا يمكن أن تقوم بواسطة العلم من حيث أن القياسات المستخدمة في التعديد العملي

(١) هذه الصياغة أكثر تحديداً بقليل من صياغة برديجان (في صفحة ٢٨ من كتاب منطق الفيزياء الحديثة ، ولكن لا تتضمن أي تغيير في اللفاظ الحاسمة .

للأطوال قد تستطيل بنفس المعدل (النسبة) ولذلك يعلق بردجان على ذلك بقوله إن السؤال لا محل له . فوقاً لحكم المعايير الإجرائية لن يكون ثمة تمدد كوني على هذا النحو . والدعوى القائلة بأنه قد يحدث رغصان ذلك — غير معروفة لنا ولن تقومها أبداً — إنها ببساطة ليست بذات مدلول إجرائي فضلاً عن أنه ليس ثمة نتائج تقبل الاختبار بواسطة إجراءات القياس .

على أن هذا التقييم يلزم تعديله إذا ما أخذنا في الاعتبار أنه في الفيزياء لا يستخدم مفهوم الطول منفرداً ولكن الدوال في القوانين والنظريات تربطه بالمفاهيم الأخرى المتباينة، وإذا كان فرض التمدد الكوني مرتبطاً بمثل هذه المبادئ الفيزيائية الأخرى التي تستخدم كفروض مساعدة (انظر الفصل الثالث) . فإن في واقع الأمر ينتج لزومات قابلة للاختبار من الناحية الإجرائية ومن ثم لا محل له . وعلى سبيل المثال إذا كان الفرض صادقاً كان الزمن الذي تستغرقه الإشارة الصوتية لعمل رحلة الذهاب والعودة بين نقطتين على الشاطئين المتقابلين لبحيرة من البحيرات يتضاعف كل ٢٤ ساعة وهذا من الممكن أن يختبر . ولكن لنفرض أننا قد عدلنا الفرض بإضافة الآخر القائل بأن سرعة الإشارات الصوتية والكهرومغناطيسية تتزايد بنفس المعدل لكل المسافات بالضغط . إذن الفرض الجديد تبقى له لزومات اختبارية .

وعلى سبيل المثال : إذا افترضنا أن التمدد الكوني لا يؤثر على ناتج الطاقة الحاصلة من نجم مثل الشمس فإن برقيها لا بد وأن يتناقص إلى مقدار الربع من قيمته الأولية خلال فترة الأربع وعشرين ساعة حيث يتضاعف

سطحها أربع مرات خلال ذلك الوقت . ومن ثم فإن الحقيقة القائلة بأن
الفرض مأخوذاً وحده لا يقدم إمكانية لاختبار إجرائي ليست سبباً كافياً
لإطراح الفرض باعتبار أنه يخلو من المحتوى الإمبريقي أو باعتبار أنه
لا معنى له من الناحية العملية وبالأحرى يجب أن ننظر إلى أية قضية من
خلال السياق النسقي للفروض والقوانين الأخرى حيث يراد لها أن تقوم
بوظيفتها وأن تفحص اللزومات الاختبارية التي قد تنشأ عندئذ . هذا الإجراء
(المسلك) يصف كل الفروض التي قد تقترح من بين غيرها من الفروض
بأنها ليست بذات معنى . وتستبعد الفروض الخاصة بالقوى الحيوية والنزوعات
الطبيعية الكونية والتي نوقشت قبلاً .

٧ — ٥ طابع القضايا التفسيرية :

إن نظرنا للمذهب الإجرائي كأن مدفوعاً بالفكرة القائلة بأن إذا أريد
لنظرية من النظريات أن تقبل الانطباق على الظواهر الأمبريقية لكان
لزماً أن تفسر الألفاظ المميزة لطابعها تفسيراً مقبولاً بواسطة المفردات المتوفرة
قبلاً ، وقد بينت مناقشتنا أن التصور الإجرائي لمثل هذا التفسير يزودنا
بمقترحات مساعدة وإن تطلب تعديلات موضع اعتبار وبصفة خاصة يضمن
علينا أن نرفض الفكرة القائلة بأن المفهوم العلمي مرادف لمجموعة من
العمليات لأنه أولاً قد تكون هناك — وعادة ما تكون هناك — محكات
بديلة عديدة للتطبيق بالنسبة لمصطلح من المصطلحات . وتكون هذه
المحكات قائمة على مجموعة مختلفة من الإجراءات .

وثانياً : لكي نفهم معنى المصطلح العلمي ونستغدمه استخدماً صحيحاً
يضمن علينا أن نعرف أيضاً دوره المنهجي (النسقي) الذي تشير إليه البادئ .

النظرية التي يقوم فيها بأداء وظيفته والذي يربطه بغيره من المصطلحات النظرية. وثالثا لا يمكن اعتبار المصطلح العلمى مرادفا لمجموعة من العمليات بمعنى اتخاذ معناها الذي حددته تماما لأنه — كما رأينا — تقدم مجموعة واحدة من العمليات المختبرة محكات للتطبيق بالنسبة لمصطلح من المصطلحات في نطاق محدود من الشروط . وإذا فإن العمليات الإجرائية لاستخدام قسبة قياس أو ترمومتر تزودنا فقط بتفسيرات جزئية للمصطلحين : درجة الحرارة والطول لأن كلا منهما يقبل الانطباق داخل نطاق محدود من الظروف فمخسب بينما تأتي المحكات الإجرائية بأقل مما هو مطلوب في التعريف التام . إن هناك ناحية أخرى تأتي فيها المحكات الإجرائية بما هو أكثر بكثير مما يتطلبه إنشاء التعريفات في الفهم المعتاد . فعادة ما يفهم التعريف الاشتراطى على أنه قضية تقدم مصطلحا مناسبا ، أو رمزا مختصرا وذلك بتحديد معناه ببساطة ودون إضافة أية معلومات فعلية . ولكن هذين المعيارين الإجرائيين لمصطلح واحد تترتب عليهما لزومات أمبريقية تتجاوز نطاق التطبيق الخاص بهما كما هو الحال غالبا . ينتج هذا عن ملاحظتنا السابقة حول مطلب الاتساق بالنسبة للمحكات الإجرائية البديلة .

إذا اتخذت إجراءات اختبارية مختلفة كمحكات للتطبيق بالنسبة للمصطلح الواحد فإنه ينجم عن قضايا تلك المحكات أنه في حالة ما إذا كان الإجراء الاختبارى قابلا للتطبيق أن يتخذ اللزوم الاختبارى طابع التعميم الإمبريقى . القضية التي تناولناها قبلا والعبارة عن التساوى المدد للطول الملموس والمبصر في جميع الحالات حيث أمكن استخدام إجراءات القياس مثال على ذلك . وثالثا الآخر هو القضية القائلة بأنه في حدود اعتبار الزئبق والكحول

سائلين تتساوى من حيث العدد قراءات درجة الحرارة التي أظهرتها
الترموترات الزئبقية والكحولية . هذه القضية نتيجة اشتراط أن النوعين
من الترمومترات يمكن أن يستخدموا في التحديد العمل لدرجات الحرارة .
ولذلك القضايا التفسيرية التي تزودنا بتحككات للتطبيق بالنسبة للمصطلحات
العلمية كثيراً ما تربط الوظيفة الاصطلاحية للتعريف بالوظيفة الوصفية للتعظيم
الأمبريقي . ومع ذلك هناك ناحية أخرى هامة تختلف فيها القضايا التفسيرية
عن التعريفات بالمعنى الذى تناولناه قبلاً . فبالبا ما تستخدم المصطلحات
العلمية في تعبيرات أو عبارات ذات صورة متميزة وعلى سبيل المثال مفهوم
الصلابة بوصفه مقيزاً باختبار الخدش مقصود به أن يستخدم فحسب في
تعبيرات من ذات الصورة . الجسم المعدنى م١ أشد صلابة من الجسم المعدنى م٢
وفي عبارات أخرى معرفة بمثل هذه التعبيرات . في مثل هذه الحالات يمكن
أن يكون لدينا تفسير لتلك التعبيرات للتميزة . يزودنا اختبار الخدش بمثل
هذا التفسير الذى يحمل معنى أمبريقياً بأن م١ أكثر صلابة من م٢ وليس ذلك
للمصطلح « صلابة » بذاته أو التعبيرات من قبيل المعدن م صلب أو صلابة
المعدن م تكون كذا وكذا . الخ . إن القضايا التي تحدد معنى سياق معين
يتضمن حداً معيناً تحديداً تاماً تسمى التعريفات السياقية (الضمنية) تمييزاً
لها عما يقابلها مما يسمى بالتعريفات الصريحة . مثال ذلك الحامض يتخذ نفس
المعنى « الكتروليت تلزم عنه أيونات الأيدروجين » . وعلى سبيل المماثلة
نقول إن القضايا التفسيرية للنظرية العلمية عادة ما تزودنا بالتفسيرات السياقية
(الضمنية) للمصطلحات النظرية . فالطرق المديدة لقياس الطول مثلاً لا تفسر
المصطلح « طول » بذاته عبارات من أمثال طول المسافة بين النقطة أ

والنقطة ب وطول الخط ط محركات لقياس الزمن لا تصرح بمفهوم الزمن بوجه عام . قد تسمح سياقات خاصة وحاضرة بتفسير من التفسيرات التي تقوم أساسا للاختبار العلمى فى حالة بعض المصطلحات الافتراضية مثل ذرة ، الكترون ، فوتون . حقا من الممكن أن نقدم تعريفا افتراضيا للمصطلح « الكترون » أعنى تعريفاً يستخدم ألفاظا افتراضية أخرى (الكترون يعنى جزئى أولى ذو كتلة سكون 9.107×10^{-31} جرام وشحنة 4.802×10^{-10} ستاتكولومب) وحدة قياس الكهرباء وسرعة دوران ذات وحدة شطرية واحدة) . ولكن ماذا يمكن أن يشبه التعريف الإجرائى لهذا المصطلح ؟ إننا بالتأكيد لا نستطيع أن نتوقع إعطاء قواعد لتحديد ما إذا كانت اللفظة « الكترون » تصدق على شئ معين أى ما إذا كان ذلك الشئ . الكترونيا . غير أن ما يمكن صياغته هو تفسيرات سياقية لأنواع معينة من القضايا تتضمن المصطلح « الكترون » . وذلك مثل هذه القضايا .

توجد الكترونات على سطح الكرة المعدنية المعزولة . الالكترونات تتطير من هذا الالكترود (قطب كهربي) ذا المسار للتيارات فى عرفة السحب يميز المسار الذى يتخذه الالكترون وما أشبه ذلك . وتصديق ملاحظات مماثلة على تصورات المجال الكهربي والمغناطيس يمكن أن تصاغ محركات اجرائية للتأكد من بنية مثل هذه المجالات وقوتها فى مجالات معينة . ومثل هذه المحركات تشير إلى مسار الاختبار ومسارات الجزيئات المتحركة فى المجال وسريان التيار فى الأسلاك المتحركة عبر المجال . وهكذا . ولكن مثل هذه الاختبارات تكون فى متناول أيدينا فقط بالنسبة لأنواع من الشروط خاصة معينة من الناحية التجريبية . وذلك كالمجال المتجانس فى مساحة كبيرة بدرجة

كافية أو الانحدار على مسافات معينة أو ما أشبه ذلك . فالقضية المعبرة عن شرط من شروط المجال ممكن نظريا وإن يكن على درجة من التعميد (فقد ينطوى على تغيرات قوية في المسافات القصيرة) قد لا يترتب عليها لزومات ممكن اختبارها إجرائيا . قد يكون واضحا الآن أن المصطلحات الخاصة بنظرية من النظريات العلمية لا يمكن النظر إليها باعتبار الواحد منها ذو عدد محدود من المحركات الاجرائية الخاصة أو بوجه عام من القضايا التفسيرية المقترنة به لأن القضايا التفسيرية من المعتقد أنها تعدد الطرق التي يمكن بها اختبار القضايا التي تتضمن المصطلح الذي يجري تفسيره . أى أنها عندما ترتبط بمثل هذه القضايا لا بد وأن يترتب عليها لزومات اختبارية مصاغة في الفاظ متداولة قبلا . ولذا فإن التفسير الاجرائي للصلابة بواسطة اختبار الخدش يسمح باستخلاص لزومات اختبارية من القضايا ذات الصورة م١، أصلب من م٢ . والتفسير القائم على اختبار ورقة عباد الشمس يفعل نفس الشيء بالنسبة للقضايا ذات الصورة . السائل ل حامض .. الخ والآن إن الطرق المتنوعة التي يمكن بواسطتها (أو اللزومات الاختبارية) التي يمكن بواسطتها أن تختبر القضايا التي تمحوى على المصطلحات الخاصة بنظرية من النظريات العلمية تتعدد بواسطة المبادئ الحديثة للنظريات هذه المبادئ - كما لاحظنا في الفصل السادس - تربط الكيانات والنظريات المتميزة الطابع بالظواهر التي يمكن أن تصنفها المصطلحات الموضوعة قبلا :

وعلى هذا النحو تفتقر المصطلحات المفترضة بالمصطلحات المفهومة قبلا . ولكن تلك المبادئ لا تعدد لمصطلح من المصطلحات المفترضة عددا محدودا من محركات التطبيق . لنتناول ثانية المصطلح الكثر . لاحظنا أنه ليست

كل قضية تحوى هذا المصطلح ذات لزومات اختبارية تحددها . ومع ذلك القضايا التى تتضمن المصطلح ذى اللزومات الاختبارية ذات تنوع غير محدود . والتنوع المناظر لها من الاختبارات لا يمكن - بغير تمسف - اعتباره متفقا مع مجرد اثنين أو سبعة أو عشرين محكا من محركات التطبيق المختلفة بالنسبة للمصطلح « الكثرين » ولذلك مفهوم المصطلحات الخاصة بنظرية من الفطريات التى يعبرى تفسيرها على افراد وبمدد محدود من المحركات الاجرائية لابد من اطراحه لصالح مجموعة المبادئ الحديثة التى لا تفسر المصطلحات المفترضة على افراد . ولكن تزودنا بمدد غير محدود من محركات التطبيق لعدد غير محدود من اللزومات الاختبارية للقضايا التى تحوى واحد أو أكثر من المصطلحات المفترضة :

٨ - الرد النظرى

٨ - ١ قضية المذهب الحيوى الميكانيكى :

تناولنا قبلا المذهب الحيوى الجديد القائل بأن الخصائص المميّنة للأنساق الحية ومن بينها القدرة على التكيف والتنظيم الذاتى لا يمكن أن تفسر بالمبادئ الفيزيائية والكيميائية وتفسر بالرجوع إلى عوامل جديدة من نوع غير معروف فى العلوم الفيزيائية هو القوى الحيوية . ولقد بين الفحص الدقيق أن مفهوم القوى الحيوية كما يستخدمه أصحاب المذهب الحيوى لا يمكن أن يقدم تفسيراً لأية ظاهرة بيولوجية ومع ذلك لا تتخلص الأسباب التى أدت إلى هذه النتيجة آلياً من الفكرة الأساسية فى المذهب الحيوى الجديد . تلك الفكرة القائلة بأن الأنساق والعمليات البيولوجية تختلف فى نواحى جوهرية عن الأنساق والعمليات الكيميائية الخالصة . تعارض هذه النظرة بما يسي

دعوى المذهب الميكانيكي القائلة : بأن المركبات العضوية الحية ليست شيئاً سوى أنساق فيزيائية كيميائية (وإن لم تكن أنساقاً كيميائية خالصة كما قد يوحى مصطلح « المذهب الحيوى » فى نمطه القديم) . ولقد كانت هذه التصورات المتعارضة موضوع حوار محمدم ساخن لانستطيع أن نتناوله هنا بالتفصيل . ولكن من الواضح أن القضية يمكن أن تناقش نقاشاً مشيراً فقط إذا استطعنا أن نجعل معانى الدعاوى المتعارضة واضحة بدرجة كافية لبيان أى أنواع البرهان والبيئة يمكن أن تكون له علاقة بالمشكلة وكيف للنقاش أن يهدأ ويستقر . إنها لمشكلة فلسفية متميزة بإيضاح معانى التصورات المتعارضة التى نتناولها الآن . فنتيجة تأملنا سيكون لها لزومات تتعلق بامكانية استقرار القضية من الواضح أن النزاع يتعلق بمسألة ما إذا كانت المركبات العضوية الحية أنساقاً فيزيائية كيميائية فحسب أو لم تكن . ولكن ماذا يعنى القول بكونها ! توحى ملاحظتنا الأولية بأننا قد نفسر المذهب الميكانيكي على أساس أنه يقدم هذه الدعوى المزدوجة (١٢) .

إن كل خصائص المركبات العضوية الحية هى خصائص فيزيائية كيميائية يمكن أن توصف بلغة الطبيعة والكيمياء (١٣) . كل أوجه السلوك للمركبات العضوية الحية يمكن تفسيرها بواسطة القوانين والنظريات الفيزيائية الكيميائية .

أما بخصوص القضية الأولى من هاتين القضيتين التفرعيتين من الواضح أنه على أية حال يتطلب وصف الظواهر البيولوجية استخدام المصطلحات البيولوجية الخاصة التى لا ترد فى قاموس المفردات الفيزيائية والكيميائية لا المصطلحات الفيزيائية الكيميائية فسحب . فى القضية القائلة بأنه فى المرحلة الأولى من مراحل انقسام

انخلية يحدث تقلص الكروموسومات في نواة الخلية المنقسمة . وكذلك القضية القائلة بأن بيضة الأوز المخصبة عندما تنقسم تقسم صحيحا تفرخ فرخ أوز . تتضمن القضية م أن الكيانات والعمليات البيولوجية المشار إليها هنا فرخ أوز ، بيض أوز ، خلايا ، نواة ، كروموسومات ، إخصاب ، انقسام خلية يمكن أن تتحدد خصائصها بمصطلحات فيزيائية كيميائية . وأكثر التفسيرات استخداما هو أن المصطلحات البيولوجية للمناظرة فرخ أوز ، خلية . الخ يمكن تعريفها بمعاونة المفردات المأخوذة من قاموس مفردات الفيزياء والكيمياء . لتكن اشارتنا إلى هذه الترجمة الخاصة م_١ باعتبارها م_١ ، وبانتمثل إذا كانت جميع الظواهر البيولوجية هكذا وبوجه خاص كل الاطارات المعبر عنها بواسطة القوانين البيولوجية يراد لها أن تفسر بواسطة المبادئ الفيزيائية الكيميائية تعين أن تتخلص القوانين البيولوجية من القوانين والمبادئ النظرية للفيزياء والكيمياء . القضية - دعنا نسميها م_٢ - القائلة بأن هذه بالضرورة الحالة قد ينظر إليها باعتبارها المعنى الخاص لم_٢ . وبتصل بذلك القول بأن القضيتين م_١ ، م_٢ تعبران عما يسمى غالبا قضية رد البيولوجيا إلى الفيزياء والكيمياء . وتتعلق هذه القضية بالمفاهيم والقوانين الخاصة بالمباحث موضع الاهتمام . فرد مفهوم مبحث واحد إلى تلك المفاهيم الخاصة بآخر تفسر على أنها قابلية الأول للتعريف بلغة الآخر . فرد القوانين يفسر بالمماثلة على أنه اشتقاقها ولذلك يمكن أن يقال للمذهب الميكانيكي انه تقرير رد البيولوجيا إلى الفيزياء والكيمياء . وانكار هذه الدعوى يشار إليه أحيانا على أنه قضية الحكم الذاتي للبيولوجيا أو للمفاهيم والمبادئ البيولوجية . ولذلك يؤكد المذهب الحيوي الجديد السلطة الذاتية للبيولوجيا

وبكل هذه الدعوى بمذهبه في القوى الحيوية . ولنتناول الآن القضايا
الميكانيكية بشيء من التفصيل .

٨ - ٢ رد المصطلحات :

لا تمنى القضية الأولى المتعلقة بتعريف المصطلحات البيولوجية بتقرير إمكانية
تحديد المعاني الكيميائية للمصطلحات البيولوجية بتعريفات اصطلاحية تمسقية.
فهى تسلم بأن المصطلحات فى المعجم البيولوجى لها معان فنية محددة. وتدعى
أن محتواها يمكن التعبير عنه بواسطة المفاهيم الفيزيائية والكيميائية. تثبت
القضية إذن إمكانية تقديم ما أطلقنا عليه فى الفصل السابع « التعريفات الوصفية »
للمفاهيم البيولوجية بلغة فيزيائية كيميائية ولكن التعريفات قيد البحث لا نكاد
نتوقع كونها تعريفات تحيلية لأنه من الواضح أن تكذيب الدعوى القائلة
بأن كل مصطلح بيولوجى — على سبيل المثال — بيضة أوزة، شبكية العين
انقسام انخلىة، فيروس، هرمون، يوجد له تعبير باللغة الفيزيائية الكيميائية
وله نفس المعنى الذى يمكن معه أن يقال للفظ « قرين » أن له معنى الزوج أو
الزوجة أو المرادف له. إنه لمن العسير أن نسمى مصطلحا بيولوجيا واحدا
نحدد له مرادفا فيزيائيا كيميائيا. انه من الصعب أن يحتمل المذهب الميكانيكى هذا
التفسير لدعواه. ولكن التعريف الوصفى قد يفهم بمعنى أقل تمتننا بمحت
لا يتطلب أن يكون للمعرف نفس المعنى أو المضمون كالعرف. ولكن نفس
الماصدق يحدد للمعرف هذه الحالة الشروط التى تكون مستوفاة كأ مرواقع
فى كل تلك الحالات حيث يصدق للمعرف. المثال التقليدى هو تعريف الانسان
بأنه حيوان ذو ساقين لا يقرر أن لفظه « إنسان » لما نفس المعنى مثل
تعبير حيوان ذو ساقين، ولكن نفس الماصدق. فلنظرة « إنسان » تصدق

على كل تلك الأشياء التي لها ساقان فحسب وكون الشيء ذا ساقين هو على السواء شرط ضروري وكاف لكونه انسانا .

قد يشار إلى القضايا على أنها تعريفات ماصدقية يمكن التعبير عنها في الصورة .

له نفس الماصدق مثل

إن التعريفات التي يحددها أصحاب المذهب الكاينكي لتوضيح وتأيد دعواه المتعلقة بالمفاهيم البيولوجية هي من هذا النمط الماصدق . فهي تعبر عن الشروط الفيزيائية الكيميائية الضرورية والكافية لأن تصدق على المصطلحات البيولوجية . ولذلك هي في الأغلب نتائج البحث الفيزيائي الحيوي والكيميائي الحيوي الشاق فيتضح هذا بتحديد خصائص المواد وذلك كالبنسلين التستسترون ، والكواستروول بلغة البنية الجزيئية . ذلك الانجاز الذي يسمح بتعريف المصطلحات البيولوجية بواسطة المصطلحات الكيميائية الخاصة وحدها . ولكن مثل هذه التعريفات لاتقصد التمييز عن معاني المصطلحات البيولوجية ، فالعنى الأسلى لفظة « بنسلين » على سبيل المثال قد يبين خصائص البنسلين بوصفه مادة مضادة للبكتريا ينتجها فطر عش الفراب (عفن الخبز) ويعرف التستسترون أصلا بأنه هرمون الجنس الذكري الذي تنتجه الغصيتان .. الخ . ونصل إلى تحديد خصائص هذه المواد بينيتها الجزيئية لا بتحليل المعنى ولكن بالتحليل الكيميائي . وتؤسس النتيجة كشفا كيميائيا حيويا لا كشفا منطقيا أو فلسفيا ، يبرعنه بالقوانين الأمبريقية لا بقضايا الترادف . وفي واقع الأمر قبول الخصائص الكيميائية كتعريفات جديدة للمصطلحات البيولوجية

بمضمّن تحولا لافى المعنى والمضمون فحسب بل أيضا فى الماصدق لأن المحركات الكيميائية التى تصف مواد كالبنسلين أو التستسترون بأنها مواد معينة لم تنتج بواسطة الأنساق المضوية ولكن ركبت فى العمل تركيا.

وعلى أية حال أيا كان الأمر تتطلب إقامة مثل هذه التعريفات بحثا امبريقيا. ولذلك يجب أن نستنتج أن مسألة ما إذا كان المصطلح البيولوجى معرّفا بواسطة المصطلحات الفيزيائية والكيميائية وحدها لا يمكن أن تستقر بمجرد تأمل معناها ولا بأى اجراء آخر غير امبرىقى.

ولذا فإن الدعوى م^١ لا يمكن إقامتها أو دحضها بناء على أسس قبلية أى بالاعتبارات التى يمكن تنميةها قبلا أو بالاستقلال عن البنية الامبريقية.

٨ — ٣ رد القوانين :

نعود الآن إلى القضية الثانية م^٢ فى تفسيرها المذهب الميكانيكى تلك الدعوى التى تقرر أن القوانين والمبادئ النظرية الخاصة بعلم البيولوجيا يمكن اشتقاقها من تلك القوانين والمبادئ الخاصة بالفيزياء والكيمياء. من الواضح أن الاستنباطات المنطقية من القضايا المصوغة بلغة الفيزياء والكيمياء لن تنتج قوانين بيولوجية متميزة حيث يتعين على هذه القوانين أن تحتوى على حدود بيولوجية. وللحصول على مثل هذه القوانين لن نحتاج إلى بعض المقومات الإضافية التى تعبر عن الارتباط بين السمات الكيميائية والبيولوجية. هذا الموقف المنطقى هو نفس الموقف فى استخدام التفسير لنظرية من النظريات حيث تكون المبادئ الحدية مطلوبة بالإضافة إلى المبادئ المفترضة لاستخلاص النتائج التى يمكن التعبير عنها على وجه المحصر بمصطلحات مفترضة قبلا. ويتمعن على المقدمات الإضافية المطلوبة لاستخلاص

القوانين البيولوجية من القوانين الفيزيوكيميائية أن تتضمن كلا من المصطلحات البيولوجية والمصطلحات الفيزيوكيميائية وأن تكون لها سمة القوانين التي تربط مظاهر فيزيوكيميائية لظاهرة من الظواهر بمظاهر بيولوجية معينة . والقضية الرابطة من هذا النوع قد تأخذ الصورة الخاصة للقوانين التي تناولناها هنا . تلك التي تقدم أساسا لتعريف ما صدق للمصطلحات البيولوجية . ومثل هذه القضية تقرر في الواقع أن إثبات خصائص فيزيوكيميائية معينة . وعلى سبيل المثال كون مادة من المواد من كذا أو كذا من التركيب الجزئي هو على السواء ضروري وكاف لإثبات خاصية بيولوجية معينة (على سبيل المثال تستسترون) والقضايا الأخرى الرابطة قد تمبر عن شروط فيزيوكيميائية ضرورية ولكنها ليست شروطا كافية أو ضرورية لخاصية بيولوجية معينة . والتعميمات القائلة بأنه حيث توجد حياة فقارية يوجد أو كسجين وأى نسيج عصبي يحمل صدمات كهربائية هي من النوع الأول . والقضية القائلة بأن الفاز العصبي تايين (المتميز بينيته الجزئية) ينحدر النشاط العصبي ومن ثم يسبب الوفاة للإنسان هي قضية من النوع الثاني . والقضايا الرابطة من الأنماط الأخرى المتنوعة يمكن إدراكها أيضا . وإحدى الصور البسيطة التي قد يأخذها استخلاص القانون البيولوجي من القوانين الفيزيوكيميائية يمكن أن توصف على النحو العسوري الآتي : ليكن F_1 ، F_2 تعبيرين يتضمنان حدودا فيزيوكيميائية ولكن القضية القائلة بأن (كل حالات F_1 هي حالات F_2) قانونا فيزيائيا كيميائيا . نطلق عليه $F_1 \rightarrow F_2$. ولتكن القوانين الرابطة :

(كل حالات B_1 هي حالات F_1 ، وكل حالات F_2 هي حالات B_2) .

يقرر القانون الأول أن الشروط من النوع ف، ضرورية لحدوث الحالة البيولوجية أو الشرط البيولوجي ب^١ ويقرر القانون الثانى أن الشروط الفيزيوكيميائية ف، كافية للسمة البيولوجية ب^٢. إذن يمكن أن يستنبط القانون البيولوجى الخالص منطقيا من القانون الفيزيوكيميائى ق- فى ارتباطه مع القوانين الرابطة. أعنى كل حالات ب^٣ هى حالات ب^٤ أو (حيث توجد السمات البيولوجية ب^٥ توجد السمات البيولوجية ب^٦) وبوجه عام إن للذى الذى تصل إليه القوانين البيولوجية لتكون قابلة للتفسير بواسطة القوانين الفيزيوكيميائية تعتمد على مدى إقامة قوانين رابطة مناسبة. ولا يتقرر ذلك ببراهين قبلية: يمكن أن نجد الإجابة بواسطة البحث البيولوجى والبحث البيوفيزيائى. قد يبدو جليا أن النتائج التى يمكن استنباطها منطقيا من مجموعة من اللقدمات لا يمكن أن تحتوى على أية مصطلحات جديدة لا تكون واردة فى اللقدمات. ولكن ليس الأمر كذلك فالتقضية الفيزيائية القائلة بأنه « عندما يسخن الغاز تحت ضغط ثابت فإنه يتمدد » تتضمن منطقيا « عند تسخين الغاز تحت ضغط ثابت يتمدد أو يستحيل إلى سرب من الناموس ». وعلى هذا النحو تكون القضايا البيولوجية مستنبطة من القضايا الفيزيائية وحدها. ولكن المقدمة الفيزيائية تسمح باستنباط القضايا القائلة بأنه « عند تسخين الغاز تحت ضغط ثابت يتمدد أو لا يستحيل إلى سرب من الناموس ». وعند تسخين غاز من الغازات تحت ضغط ثابت يتمدد أو يستحيل إلى أرنب وهكذا. وعامة إن أية قضية بيولوجية يمكن استنباطها من القانون الفيزيائى لها هذه الخاصية

إذا استبدلت المصطلحات البيولوجية الخاصة الواردة فيها بسالباتها أو بأية مصطلحات أخرى . إن القضية التي نحصل عليها على هذا النحو يمكن استنباطها على السواء من القانون الفيزيائي . وبهذا المعنى يحقق القانون الفيزيائي في أن يقدم تفسير الآية ظاهرة بيولوجية خاصة .

٨ - المذهب الميكانيكي الجديد :

إن النظريات الفيزيائية والكيميائية والقوانين الرابطة المتداولة حالياً لا تكفي لرد المفاهيم والقوانين في علم الأحياء إلى تلك المفاهيم والقوانين الفيزيائية والكيميائية . ولكن البحث في الميدان يتقدم تقدماً سريعاً ويوسع باطراد من نطاق التفسير الفيزيوكيميائي للظواهر البيولوجية . ولذلك قد يفسر المذهب الميكانيكي على أنه النظرة القائلة بأنه من خلال البحث العلمي ترد البيولوجيا في نهاية الأمر إلى الفيزياء والكيمياء . ولكن هذه الصياغة تستلزم كلمة تحذير . ففي مناقشتنا افترضنا تمييزاً واضحاً بين حدود الفيزياء والكيمياء من ناحية والحدود البيولوجية النوعية من ناحية أخرى . وفي الواقع إذا قدم إلينا أي مصطلح علمي متداول من المحتمل أن لا نجد صعوبة في أن نقرر بصورة حدسية ما إذا كان منتزحاً أو غير منتزح إلى الواحد أو الآخر من المفردات اللغوية . ولكن من العسير وضع مقاييس عامة واضحة يمكن بواسطتها لأي من المصطلحات العلمية المتداولة الآن ومستقبلاً أن يحدد تحديداً لا القياس فيه باتنائه إلى مجموعة من المفردات الخاصة بمبحث معين وقد يستحيل تقديم مثل هذه المقاييس لأنه من خلال البحث المستقل يصبح الخط الفاصل بين البيولوجيا والفيزياء والكيمياء مطموساً شأنه في ذلك شأن ما صار إليه في الوقت الحالى الخط الفاصل بين

الفزياء والكيمياء . فالنظريات المستقلة قد توضع أيضاً في أنواع مستعدة من المصطلحات تقوم بوظيفةها في النظريات الشاملة التي تقدم تفسيراً لكل الظواهر المعروفة الآن بالبيولوجية ولغيرها من الظواهر المعروفة الآن بالفزيائية والكيميائية . وقد لا يعود الانقسام إلى مصطلحات بيولوجية ومصطلحات فزيائية كيميائية ذا دلالة في القابلية للانطباق بالنسبة لمجموعة المفردات اللغوية لمثل هذه النظرية الشاملة . وفكرة رد البيولوجيا إلى الفزياء والكيمياء تفقد في نهاية الأمر معناها . غير أن مثل هذا القدم النظرى لم يتم بعد . وفي نفس الوقت ربما كان أفضل تفسير للمذهب الميسكانيكى هو اعتباره قاعدة موجهة أو مبدأ موجه للبحث أخرى من اعتباره قضية أو نظرية خاصة بطابع العمليات البيولوجية . وفهمه على هذا النحو يفرض على العالم الدأب في البحث عن النظريات الفزيوكيميائية الأساسية للظواهر البيولوجية بدلا من أن يسلم نفسه للنظرة القائلة بأن التصورات والمبادئ الخاصة بالفزياء والكيمياء لا تقوى على إعطاء تفسير كفاء لظواهر الحياة والالتزام بهذه القاعدة ثبت نجاحه بالتأكيد في البحث البيوفزيائى والبحث البيوكيميائى . هذه القاعدة المعتمدة لا يمكن أن تجاريها نظرة المذهب الحيوى للحياة .

٨ — • رد العلوم السلوكية :

لقد أثيرت مسألة القابلية للرد أيضا بالنسبة لمباحث علمية غير علم الأحياء . فهى ذات أهمية خاصة في علم النفس حيث أن لها علاقة مباشرة بالمشكلة النفسية النيزيقية الشهيرة أعنى مسألة العلاقة بين العقل والجسم . وتمسك وجهة نظر ردية فيما يتعلق بعلم النفس — إن شئت القول — بأن كل الظواهر

السيكولوجية أساسا ظواهر بيولوجية أو فزيائية كيميائية في طابعها أو بتحديد أكثر إن القوانين والمصطلحات الخاصة لعلم النفس يمكن أن ترد إلى تلك المصطلحات والقوانين الخاصة بعلم الأحياء والكيمياء والفيزياء .
وفهم الرد هنا بمعنى محدد قبلا وتصدق ملاحظتنا العامة على الموضوع أيضا في علم النفس . ومن ثم إن التعريف الردي للمصطلحات السيكولوجية يتطلب تعيين الشروط البيولوجية والفزيو كيميائية الضرورية والكافية لحدوث حالة خاصة أو عملية عقلية (وذلك كالذكاء ، الجوع ، الهلوسة ، الأحلام) التي يقوم المصطلح مقامها ويتطلب رد القوانين السيكولوجية مبادئ رابطة ملائمة تتضمن مصطلحات سيكولوجية فضلا عن المصطلحات البيولوجية والفزيو كيميائية . والبعض من مثل هذه المبادئ الرابطة التي تعبر عن الشروط الكافية والضرورية لحالات سيكولوجية معينة متوافرة في الواقع .
فعرمان فرد من الطعام أو الشراب أو الراحة كاف لحدوث الجوع والعطش والتعب . وتناول عقاقير معينة ربما كان كافيا لحدوث الهلوسة ووجود ارتباطات عصبية معينة ضروري لحدوث إحساسات معينة ، وبالنسبة للادراك البصري وإمداد المخ بالأوكسجين المناسب ضروري للنشاط العقلي في واقع الأمر للوعي أو الشعور . وتتجلى في السلوك المصمم الملاحظ للفرد بعض المؤشرات البيولوجية والفزيائية الهامة بالنسبة للحالات والأحداث السيكولوجية . وقد يفهم مثل هذا السلوك على أنه يشتمل على المظاهر البادية التي يمكن أن تلاحظ مباشرة كحركات الجسم أو تعبيرات الوجه والاحمرار خجلا والنفوحات اللفظية وأداء واجبات معينة (كافي الاختبارات السيكولوجية) والاستجابات الدقيقة كالتفخيرات في ضغط الدم وضربات

القلب وسلوك البشرة وكيمياء الدم ومن ثم يتجلى التعب في التفوهات اللفظية (أنا أشعر بالتعب... إلخ) وتقصان معدل الجودة في أداء الواجبات التثاؤب، التغيرات الفسيولوجية ونمة عمليات مؤثرة وانفعالية تكون مصحوبة بتغيرات في المقاومة الظاهرية كما تقيسها «كشافات الكذب» والمبادئ والقيم التي يمسك بها فرد من الأفراد تعبر عن نفسها بالطريقة التي يستجيبها عند تعرضه لاختبارات معينة، والمعتقدات تعبر عن نفسها في التفوهات اللفظية التي قد تصدر عنه وأيضاً في الطريقة التي يعمل بها. وعلى سبيل المثال إن اعتقاد سائق ما أن الطريق مغلق قد يعبر عن نفسه في دورانه وانعطافه. وتستخدم الأنواع المميزة من السلوك الصريح (الملاحظ عياناً) والتي تتجلى في مواقف الاستجابة للمنبهات أو الاختبارات لموضوع من الموضوعات في حالة سيكولوجية معينة أدمع خاصية سيكولوجية كحركات اجرائية لاثبات الحالة أو الخاصية السيكولوجية موضع البحث على نطاق واسع. فبالنسبة للذكاء أو الاستبطان قد يكن الموقف الاختباري في عرض الموضوع باستخبارات مناسبة وتكون الاستجابات في الاجابات التي تقرتب على الموضوع. وتبدو دافعية الجوع لدى حيوان من الحيوانات في ملامح سلوكية كإفراز اللعاب وقوة الصدمة الكهربائية التي يأخذها الحيوان للوصول إلى الطعام أو كية الطعام التي يستهلكها. وإلى المدى الذي يبلغه وصف المنبهات والاستجابات بلغة المصطلحات البيولوجية والفزيو كيميائية يمكن أن يقال إن المحركات الناتجة تقدم التمييز الجزئي لمعاني التعبيرات السيكولوجية بلغة المفردات البيولوجية والكيميائية والفزيائية. وعلى الرغم من أنه غالباً ما يشار إليها كتعريفات إجرائية إلا أنها لاتحدد بالفعل الشروط الضرورية الكافية

للمصطلحات السيكلوجية. الموقف المنطقي مشابه لذلك الموقف الذى صادفناه فى تناولنا لعلاقة المصطلحات البيولوجية بمفردات الفزياء والكيمياء .

إن المدرسة السلوكية من مدارس الفكر ذات الأثر فى علم النفس، تلك المدرسة التى لها فى كل صورها المختلفة توجيه ردى أساس تسعى لرد مجال القول بصدد الظواهر السيكلوجية إلى مجال القول بصدد الظواهر السلوكية . تتمسك إحدى المدارس السلوكية المهمة بتأمين القابلية الموضوعية لاختيار الفروض والنظريات السيكلوجية بأن المصطلحات السيكلوجية لا بد وأن تكون لها محركات للتطبيق موضوعة بلغة المصطلحات السلوكية ومحددة تحديداً واضحاً. ولا بد للفروض والنظريات السيكلوجية من لزومات اختبارية تتعلق بالسلوك الذى يلاحظ على وجه العموم . وترفض هذه المدرسة من مدارس الفكر كل اعتماد على مناهج مثل الاستبطان الذى يمكن استخدامه بواسطة الفرد ذاته فى استكشاف ظاهرى لعالمه العقى ولا تقبل كمعطيات سيكلوجية أبداً من الظواهر السيكلوجية الخاصة كالأحاساس والآلام والآمال والخاوف. تلك التى يقال إن المناهج الاستبطانية تقوم بالكشف عنها وبينما يتفق السلوكيون فى إصرارهم على المحركات السلوكية الموضوعية للخصائص والحالات والأحداث السيكلوجية يختلفون فى مسألة ما إذا كانت الظواهر السيكلوجية متميزة عن الظواهر السيكلوجية المناظرة لها أو لم تكن . تلك الظواهر الشديدة الخفاء والتعقيد غالباً وما إذا كانت الأخيرة تجلّيها لها فحسب. وكذلك ما إذا كانت الظواهر السيكلوجية متفقة بمعنى من المعانى الواضحة مع خواص ، حالات ، حادثات سلوكية معقدة . وتتمسك المدرسة السلوكية الحديثة ذات التأثر فى التحليل النفسى المفاهيم السيكلوجية

بأن المصطلحات السيكلوجية وإن كانت تشير عياناً إلى حالات وعمليات عقلية إلا أنها تستخدم كوسيلة للكلام عن مظاهر سلوكية متشابهة وبوجه خاص عن ميول أو استعدادات السلوك بطرائق مميزة في مواقف معينة وتأسيساً على ذلك إن قولنا عن شخص أنه ذكى هو قولنا إنه يميل لأن يعمل أو أن لديه استعداداً للعمل بشكل متميز أى بطريقة نصفاً عادة بأنها تصرف ذكى في كل الظروف . وقولنا ان شخصاً ما يتكلم الروسية لا يعنى بالطبع أنه ينطق بالتعبيرات الروسية دوماً ولكنه قادر على نوع معين من السلوك يبدو في مواقف معينة وأن ذلك يعتبر بوجه عام مميزاً للشخص الذى يفهم ويتكلم الروسية .

الاعتقاد بأن فيينا مدينة مولعة بالموسيقى ، أمينة ، مهيبة ، ترى أشياء معينة ولها مطالب خاصة لا يحول دون النظر إليها بطريقة واحدة والتصرف على هذا النحو .

تمسك المدرسة السلوكية بهذه الصورة بحسب المظهر الخير لمشكلة العلاقة بين العقل والجسم . فليس ثمة مبرر للبحث عن الشبح في الماكينة^(١) لأن الكيانات والعمليات العقلية تتجاوز الواجهة الفزيائية .

لنتناول ماثلة من الماثلات . نقول عن الساعة التى تضبط الوقت جيداً انها على درجة عالية من الدقة نسبة الدقة العالية للساعة تعادل قولنا انها

(١) هذه العبارة صاغها جيلبرت رايل في كتابه «التفكير» مفهوم العقل الذى يقدم بالتفصيل مفهوماً لظواهر السيكلوجية والمناظرات السيكلوجية التى هي سلوكية بالمعنى الذى ذكرناه باختصار لندن هاتفسون ١٩٤٩ .

تميل لضبط الوقت جيداً. ولذلك لا معنى للسؤال عن الطريقة التي بها تؤثر تلك القوة اللامادية الدقيقة على ميكانيكية الساعة ولا معنى للسؤال عما يحدث للدقة عندما تتوقف الساعة عن سيرها . وبناءاً على هذه الصورة من صور المدرسة السلوكية لا معنى للسؤال عن كيفية تأثير الحوادث أو الخصائص العقلية على سلوك الكائن المصنوع . هذا المفهوم الذي أسهم في توضيح دور المفاهيم السيكلوجية من الجلى أنه ردى في منحاء . انه يمرض التصورات في علم النفس على أنها تقدم طريقة للكلام عن الأنماط الخفية للسلوك فسالة ومناسبة ، إلا أن البراهين المؤيدة لا تقرر أن كل التصورات في علم النفس تقبل التعريف بلغة التصورات غير السيكلوجية من النوع المطلوب لوصف السلوك الصريح والاستعدادات السلوكية وهذا على الأقل لسببين :

أولاً : من المشكوك فيه أن الأنواع المختلفة من المواقف التي يستطيع فيها شخص ما أن يتصرف بذكاء (على سبيل المثال) والأنواع الخاصة من التصرف والتي توصف بالذكاء . تلك المواقف يمكن حصرها في تعريفات صريحة واضحة تماماً . وثانها : يبدو أن الظروف التي في ظلها يمكن للذكاء أو الشجاعة أو الضعيفة أن تبدو في السلوك العياني لا يمكن أن تقرر بدرجة كافية بلغة المصطلح السلوكي الخالص الذي يتضمن مصطلحات بيولوجية كيميائية وفزيائية فضلاً عن مصطلحات غير فنية من تعبيرات لغتنا اليومية كهز الرأس ، أو بسط اليد ، الجنفول ، العبوس ، الضحك . يبدو أن للمصطلحات السيكلوجية مطلوبة كذلك لتقسم أنواع الأنماط السلوكية والاستعدادات والقدرات السلوكية التي من المفترض أن تشير إليها ألفاظ مثل : متعب ، ذكي ، يعرف الروسية لأن مسألة ما إذا كان

السلوك العياني لشخص من الأشخاص في موقف معين يتصف بكونه ذكيا شجاعا ، متهورا ، كيسا ، فظا . لا تتوقف على ماذا تكون حقائق الموقف . بل على ما يعرف الشخص أو يعتقد بصدد الموقف الذى يحد نفسه فيه .

فالرجل الذى يسير بغير اجفال نحو دغل من الأدغال حيث يربض أسد جائع لا يتصرف بشجاعة إذا لم يعتقد ومن ثم لا يعرف أن هناك أسدا في الدغل وبالمثل ما اذا كان سلوك شخص في موقف معين يتصف بكونه سلوكا ذكيا يتوقف على ما يعتقد ، بصدد الموقف والأغراض التى يريد تحقيقها بتصرفه . ومن ثم يبدو وأنه كى نسم أنماط السلوك الميول . القدرات التى تثير إليها المصطلحات السيكولوجية لاحتياج فحسب لمعجم مفردات سلوكية ولكن لمصطلحات سيكولوجية أيضا . هذه المسألة لا تثبت بالطبع أن رد المصطلحات السيكولوجية إلى معجم المفردات السلوكية مستحيل ولكنها تذكرنا بأن إمكانية مثل هذا الرد لا يؤسسها نوع التحليل الذى تناولناه وثمة مبحث آخر من المباحث التى يظن أن علم النفس قد يرد إليها في نهاية الأمر هو علم وظائف الاعضاء وخاصة علم وظائف الجهاز العصبي ولكن مرة أخرى إن رد علم النفس إليها ردا تاما بالمعنى الذى حددناه قبلا ليس ببعيد عن النظر .

وتثار المسائل الخاصة بالتقابلية للرد أيضا بصدد العلوم الاجتماعية وخاصة في ارتباطها مع المذهب الفردي المنهجى ^(١) الذى يبنى وقاله أن توصف وتحلل وتفسر كل الظواهر الاجتماعية بلغة مواقف الأشخاص الفردية

(١) ثمة مناقشة جلية لهذا المذهب يمكن أن توجد في كتاب ارنست ناغل ، لبنية العلم من ص

المضمنة فيها . وبالإشارة إلى القوانين والنظريات المهمة بالسلوك الفردى وصف موقف الشخص من الأشخاص لابد وأن يأخذ فى الاعتبار دوافعه ومعتقداته فضلا عن حالته النفسية والعوامل البيولوجية والكيميائية والفزيائية المتنوعة فى بيئته . ولذلك قد ينظر للمذهب الفردى المنهجى على أنه يتضمن قابلية المفاهيم والقوانين الخاصة بالعلوم الاجتماعية (بمعنى واسع يتضمن علم النفس الجماعات ، نظرية السلوك الاقتصادى وما أشبه) إلى تلك المفاهيم الخاصة بعلم النفس الفردى الأحياء ، الكيمياء ، الفزياء . والمشكلات التى تثيرها هذه الدعوى تقع خارج نطاق هذا الكتاب . لأنها تنتمى لفلسفة العلوم الاجتماعية . وقد جاء ذكرها هنا ببساطة كزيد من الإيضاح لمشكلة القابلية للرد النظرى وكمثال للمجانساب المنطقية والمنهجية الكثيرة بين العلوم الطبيعية والعلوم الاجتماعية .

قائمة المراجع

تتضمن القائمة الواردة بأسفل بعض الأعمال المختارة إلا أن معظمها يزود باضافات موسعة للتراث في هذا المجال .

(أ) مختارات :

١ - دانتو ومورجنيسر : فلسفة العلم - نيويورك - كتب مريديان
سنة ١٩٦٠ .

٢ - فيجل وبرود بك : قراءات في فلسفة العلم - نيويورك سنة ١٩٥٣
٣ - مادن : بنية الفكر العلمى - بوسطن - شركة
هوتن مقلن سنة ١٩٦٠ .

٤ - فيتر : قراءات في فلسفة العلم - نيويورك - أبناء
شارلز سكرنبرز سنة ١٩٥٣ .

(ب) أعمال فردية :

٥ - كامبل : ما العلم - نيويورك - شذوات دوفر
سنة ١٩٥٢ . رواية مختصرة للقوانين
والنظريات والتفسير والقياس .

٦ - كارناب : الأسس الفلسفية للفيزيقا - طبعة مارتن
جاردنر - نيويورك لندن - الكتب
الأساسية سنة ١٩٦٦ .

مقدمة ممتازة تحيط بمدى واسع من الموضوعات

فى فاسفة الفيزيقا لواحد من أشهر المناطقة
وفلاسفة العلم المعاصرين .

٧ — كوز

: فلسفة العلم — برنستون — شركة دى فان
نورستاد سنة ١٩٦٥ مناقشة أولية للأوجه
المنطقية والمنهجية والفلسفية للتنظير العلمى .

٨ — جرونوبوم

: المشكلات الفلسفية للكان والزمان —
نيويورك — الفرد نوف سنة ١٩٦٣ — عمل
أساسى دقيق ينصب على بنية المكان والزمان
فى ضوء النظرية الرياضية والفيزيقية المعاصرة .

٩ — هانسون

: أنماط الاكتشاف — كبريج — لندن —
مطبعة الجامعة سنة ١٩٥٨ . دراسة مقترحة
لأسس ووظائف النظريات العلمية بالإشارة
إلى النظرية الكلاسيكية والمعاصرة
للجزئيات .

١٠ — هوبل

: أوجه التفسير العلمى ومقالات أخرى فى
فلسفة العلم — نيويورك — المطبعة الحرة
سنة ١٩٦٥ . يتضمن العديد من المقالات عن
مفهوم التصور والتفسير فى العلوم الطبيعية
والاجتماعية والتأريخ .

١١ — ناجل

: بنية العلم — نيويورك — هاركورت بريس
وارلد سنة ١٩٦١ . يقدم هذا العمل الرائع

بحثا مستفيضا وتحليلا رائعا ملدى واسع من
المشكلات المنهجية والفلسفية المتعلقة بالقوانين
وأساليب التفسير فى العلوم الطبيعية
والاجتماعية والتأريخ .

١٢ — يوبر : منطق الكشف العلمى — لندن هاتشسون
وشركاه نيويورك — الكتب الأساسية سنة
١٩٥٩ عمل رائع مثير يفند اول على وجه
الخصوص البنية المنطقية والاختبارية للنظريات
العلمية بدرجة متقدمة إلى حد ما .

١٣ — ريشنباخ : فلسفة المكان والزمان — نيويورك —
منشورات دوفر سنة ١٩٥٨ . استقصاء فى
دقيق لطبيعة المكان والزمان فى ضوء نظرية
النسبية العامة والخاصة .

١٤ — شيفلر : تشرح البحث العلمى — نيويورك —
الفرد نوف سنة ١٩٦٣ . دراسة تحليلية متقدمة
لتصورات التفسيرات ، البنية الأمبريقية ،
التأييد .

١٥ — تولن : فلسفة العلم — لندن — مكتبة جامعة
هاتشسون سنة ١٩٥٣ . كتاب أولى يتناول
ما يختص بطبيعة القوانين والنظريات والحنمية
العلمية .

(ج) أعمال لالوية في العلوم الطبيعية :

المعرفة المحدودة بالعلم وتاريخه أمر مرغوب فيه لدراسة المشكلات في فلسفة العلم . مثل هذه المعرفة أمر لا يمكن الاستغناء عنه في الدراسات المقدمة في هذا المجال الكتابان التاليان يقدمان وصفا مختصرا للعلم الفيزيقي و ليس مجرد تكميلات مع التأكيد على الأفكار والمناهج الأساسية لتطورها التاريخي ،
١٦ - هولتون وروولر : أسس العلم الفيزيائي المعاصر - شركة أديسون ويزلي ماماشوتس سنة ١٩٥٨ .

١٧ - روجرز : الفزياء للعقل الباحث - برنستون - مطبعة جامعة برنستون سنة ١٩٦٠ .

التعليق والنقد

يقدم المؤلف منذ البداية تصنيفا ثنائيا جديد للعلوم مخالفا لذلك التصنيف الثلاثى المتعارف عليه (مجموعة العلوم الرياضية والطبيعية والانسانية) .
يقسم العلوم إلى مجموعتين فحسب هما :

مجموعة العلوم الامبريقية ومجموعة العلوم اللامبريقية Empirical and nonempirical يرى أن الفارق بين المجموعتين يعود إلى البيئة الامبريقية .
تقديمها شرط ضرورى فى المجموعة الأولى ، إذ هى الحكم لقبولها أو رفضها .
وليس الأمر كذلك فى المجموعة الثانية يضم المؤلف فى المجموعة الأولى العلوم الطبيعية والاجتماعية ويقصر المجموعة الثانية على المنطق والرياضة حيث لا تصبح حاجة لبيئة امبريقية . وكان الفارق بين علوم المجموعتين فارق بين علم تطبيقي وعلم تجريدى محض .

إن الامبريقية ^(١) فى الفهم الحديث مذهب فى الفلسفة يقصر المعرفة على المدركات الحسية وحدها إذ العقل كاللوحة البيضاء والمدركات الحسية تطبع على هذه اللوحة ماتشاء ، المذهب قديم قدم الفلسفة . ولكنه عاد إلى الظهور عند جون لوك (١٧٠٤) ^(٢) وجون ديوى (١٩٥٢) الامبريقية أيضا مذهب

(١) أخذ زكى : مواقف حاسمة فى تاريخ العلم من ٩٦ طبعة الناهرة بدون تاريخ .

(٢) Titus (Harold) : Living issues in philosophy p. 278 4 th ed : Delhi 1968.

في الطب مؤداه أن يحسن الطبيب ملاحظة ما يرى من ظواهر الصحة والمرض وأن يجمع كل ما يستطيع عن ذلك . إن الطب لا ينال بالتفكير النظري . إن الطبيب الامبريقي هو الذي يأخذ الطب بالمشاهدة لا بالدراسة والتجربة . إن الامبريقية في مقابل التجربة فهي تعنى ما يكتسب من مشاهدات وملاحظات . أما التجربة فهي التي تنظم عمدا لامتحان شيء ما يخرج من فروض العلم ونظريته . ولكن ما هو الفارق بين القضايا الامبريقية والقضايا التجريبية؟ إن العلاقة بين هذين ^(١) المعنيين هي علاقة العام بالخاص . فالتقضايا الامبريقية أعم من القضايا التجريبية . القضايا التجريبية فئة من القضايا الامبريقية . كل قضية تجريبية هي قضية امبريقية وليس العكس صحيحا . إن القضية التجريبية هي القضية التي تشير المتغيرات فيها إلى أشياء تشاهد مباشرة أو على نحو شبه مباشر . قانون الانكسار مثلا قانون تجريبي لأنه يبحث عن علاقة ثابتة بين زاويتين معينتين هما زاوية السقوط والانكسار يمكن قياس كل منهما قياسا مباشرا وكذلك الحال في قانون بويل (١٦٩١) يبحث في علاقة ثابتة بين حجم الغاز وضغطه ويمكن قياسها على نحو مباشر . أما القضايا الامبريقية فليست بالضرورة كذلك . والمثال على ذلك قانون الجاذبية للقائل بأن هناك قوة جاذبة بين أجزاء المادة تتوقف على كتلة هذه

Jorgensen, Jorden. The development of logical (١)
empiricism. Chicago : u. of Chicago press 1951
(International Encyclopedia of unified Science Vol.
11 No. 9).

الأجزاء والمسافة الواقعة بينها . إن هذا القانون يحوى مفهوم الكتلة والمسافة والقوة . الكتلة والمسافة يمكن قياسها مباشرة . أما القوة فشئ لا يمكن أن نفهمه على نحو مباشر . إن هذه القضية الامبريقية تتصل بالتجربة على نحو غير مباشر . إنها لاتنفصل عن التجربة كلية ففى تقبل ضمن قضايا العلم بناء على اتفاقها مع التجربة . إن بالامكان استنباط قضايا تجريبية من قضايا امبريقية تتحقق من صدقها على نحو مباشر عن طريقة التجربة إن^(١) المؤلف يضع الاهداف الأساسية للبحث العلمى موضع الاعتبار ويناقش طرق تحقيق هذه الأهداف وكيف السبيل إلى تحصيل المعرفة العلمية وكيف يفسر العلم الوقائع الامبريقية . وفى هذا الصدد تلزم التفرقة بين مفهومى^(٢) مناهج البحث ونظرية المعرفة لاشتراكها فى مناقشة سبل تحصيل المعرفة وحدودها . البحث فى المناهج يتخذ الطريقة التى يسلكها العلماء للسير فى بحوثهم موضوعا له وطرق البحث تختلف باختلاف موضوعات البحث أما نظرية المعرفة فبحث فى طبيعة المعرفة ومصدرها وحدودها ونقدها .

بعد هذه الالماحة يبدأ المؤلف^(٣) حديثه عن البحث العلمى بتحديد معنيين

(١) Hempel (carl) : philosophy of natural Science p. 2

- (٢) موى (بول) : للنطق وفلسفة العلوم ج ١ ص ٥٧ طبعة القاهرة سنة ١٩٦١ -
الترجمة العربية

Hempel (carl) : philosophy of natural Science p. 3 (٣)

الاختراع والاختبار مستعينا بمثال من تاريخ العلم يأخذه من الدراسة التي أجراها الطبيب المجري اجناز سيملويز في مستشفى فيينا العام خلال السنوات التي امتدت من سنة ١٨٤٤ إلى سنة ١٨٤٨ لمرض النفاس .

لاحظ سيملويز أن النساء اللاتي كن يضمن مواليدهن في القسم الأول يصبن بهذا المرض المميت . وقد تراوح معدل الوفاة بين ٨٢٪ و ٨٨٪ ، ١١٤٪ خلال سنوات البحث في حين أن معدل الوفاة لنفس السنوات في القسم الثاني تراوح بين ٢٣٪ و ٢٤٪ ، ٢٧٪ .

يصف سيملويز في كتابه الذي ألفه أخيراً عن أسباب حى النفاس وطرق الوقاية منها جهوده لحل هذه المشكلة التي استعصت على الحل لفترة طويلة . ذكر سيملويز أنه اختبر الظنون الشائعة عن فروق في الرعاية أو التغذية بين المرضى في القسمين ولم يجد ذلك صحيحاً . واختبر كذلك الرأي القائل بالتغيرات الجوية والتأثيرات الوبائية ولم تتضح صحته لعدم تفشى المرض خارج المستشفى ولأنه كان وفقاً على القسم الأول وحده دون القسم الثاني لم يدخر سيملويز جهداً في اختبار الظنون التي بدت معقولة أو غير معقولة في ذلك الحين . ومع ذلك ما كان يتأدى إلى نتائج سلبية . وفي سنة ١٨٤٧ حدثت حادثة عارضة قدمت الحل للمشكلة . فقد أصيب زميله كولتشكا بجرح غائر في إصبعه من مبضع طالب كان يجري عليه اختباراً تشريحياً ظهرت عليه أثناءه الأعراض للرضية التي لاحظها سيملويز في ضحايا حى النفاس وبالفعل أدت المادة السامة التي أدخلها مبضع الطالب في مجرى دم

كولتشكا إلى وفاته . إن ضحايا حى النفس ماتوا بسبب هذا النوع من
نسمم الدم . إن الأطباء وطلبة الطب كانوا يحملون هذه المادة السامة لا تتقالم
من حجرة التشريع مباشرة إلى عنابر الولادة . إن القضاء على هذه المادة
السامة يؤدي لا محالة إلى تقليل معدل الوفاة . وهذا ما حدث بالفعل . إذ
أصدر أمراً إلى الهيئة الطبية يتضمن ضرورة غسل أيديهم بحلول الجير
المتقى بالكور قبل القيام بفحوصهم الطبية . أسفر هذا الأمر عن نتائج
إيجابية . إن اختبار الفرض من الفروض يكون أحياناً بإجراء مباشر
وأحياناً بإجراء غير مباشر^(١) إذا ما أظهرت التجربة بطلان اللزوم الاختبارى
لزم إطراح الفرض . كذب النتيجة دليل على كذب إحدى المقدمات . وصدق
النتيجة ليس دليلاً على صدق الفرض^(٢) . الكذب يصعد من النتائج إلى
المقدمات . والصدق ينزل من المقدمات إلى النتائج . هذا المثال الذى ساقه
المؤلف يكشف عن الارتباط القائم بين تاريخ العلم وفلسفة العلم فهذان النوعان
من المسائل التاريخية والفلسفية مرتبطان أوثق الارتباط . وكثيراً ما نستشهد
على صدق قضايا المنطقية والفلسفية بأمور تاريخية . ويسوق المؤلف مثلاً
آخر من تاريخ العلم كان معروفاً قبل جاليليو (١٦٤٢) إن المضخة الماصة
لا ترفع الماء لأكثر من ٣٤ قدماً لم ينجح جاليليو فى تقديم تفسير مقنع لهذه

Hempel (carl) : philosophy of natural Science p. 10 (1)

Popper (Karl) ; The open Society and its enemy p. 247 (2)

London Routledge 1945.

الظاهرة . من بعده حاول تليسيذه تورشيلي^(١) (١٦٤٧) ذلك التفسير
افترض أن الأرض محاطة ببحر من الهواء وأن الهواء يتأثر ضغطاً على
سطح البحر . لكي يتحقق تورشيلي من صحة هذا الفرض أجرى التجربة
على عمود من الزئبق طوله أقل من $\frac{1}{4}$ ٢ قدماً (حيث أن كثافة الزئبق قدر
كثافة الماء ١٤ مرة تقريباً) مستخدماً في ذلك البارومتر الزئبقي . وتكرر
تورشيلي من صحة ما زعم وأيده . بعد ذلك تجارب باسكال (١٦٦٢)
وبريه (١٦٤٨) . إن المشكلة من المشكلات نضعها في صورة فرض من
الفروض نتخير صحتها عن طريق التجربة . يتساءل المؤلف^(٢) عن كيفية التوصل
إلى الفروض المناسبة كإجابات تجريبية . يناقش المؤلف في هذا الصدد طبيعياً
الاستدلال الاستقرائي والاستدلال الاستنباطي محاولاً من خلال هذه
للتناقشة التوصل إلى إجابة لسؤاله بضعها في معنى واحد هو الاختراع .
الاختراع في نظره وليد الخيال المبدع وإذا كانت مراحل البحث الاستقرائية :
١ - ملاحظة وتدوين الوقائع . ٢ - تحليل وتصنيف الوقائع .
٣ - استخلاصاً للتعميمات منها . ٤ - اختباراً للتعميمات .
فإن المؤلف يتساءل عن أهم أجزاء المنهج العلمي أى دور الفرض في
هذه المراحل الأربع .

(١) موى (بول) : المنطق وفلسفة العلوم ص ١٧١

أحمد زكي : مواقف حاسمة في تاريخ العلم ص ١١٢

Bempel (Carl) : Philosophy of natural Science p. 12 (2)

في المرحلة الأولى مثلاً هل يتطلب الأمر فرضاً موجهاً لنافع جمع المطليات
الشهادات والتجارب ! وإذا لم يكن الأمر كذلك فهل بالمقدور جمع
وقائع اللامتناهية العدد !

يرى المؤلف أن المطلوب هو جمع الوقائع المناسبة للإجابات التجريبية
من المشكلة موضع البحث . تلك الإجابات يضمها الباحث في صورة
إن أو تخمين أو فرض . إن الباحث يحاول بعد ذلك التأكد من صدقه أو
كذبه بالنظر في التجارب التي أجراها والتي يمكن أن يجربها بعد ذلك .
إن هذا الفرض الذي يرد على ذهن الباحث قد لا يتصوره إلا بعد إجراء
لتجارب وإن لم يكن ذلك ضرورياً في كل الأحوال .

إن ورود الفرض على ذهن الباحث بعد إجراء التجارب لا يعني أن
لتجربة سابقة على الفرض سبقاً منطقياً أو معرفياً . فالتجارب التي أجراها
لباحث قبل تصور الفرض كانت قد أملاها عليه ووجهه في إملائها فرض
ما سبق . إننا في أي مرحلة^(١) من مراحل البحث العلمي يكون في أذهاننا
رض يوجهنا في تجاربنا في هذه المرحلة . وهذا الفرض قد لا نصرح به
قد لا نكون على وعي تام به ، ولكنه موجود دائماً وأثره موجود دائماً
يا نقوم به من تجارب . وليس معنى سبق الفرض أنه باق في أذهاننا إلى
هاية البحث . فنحن نعدل هذه الفروض وواجبنا أن نعدلها في ضوء ما يستجد

(١) بوبر (كلول) : علم المنهج التاريخي ص ١٦٣ من الترجمة العربية طبعة الإسكندرية

من تجارب . ولكن وجود الفرض أولا ضرورى كي نستطيع أن نصف هذه التجارب بصفة العلمية لأن التجارب التى لا توجهها فروض لا يصح أن نسميها تجارب علمية .

يصل المؤلف^(١) إلى رأى يقول إن الانتقال من المعطى إلى النظرية يحتاج إلى خيال مبدع . فالفروض والنظريات لا تستخلص من الوقائع الملاحظة ولكن تخترع لتفسيرها . وهذا الاختراع وليد العبقرية وخاصة إذا تضمن انفصالا جذريا من ضروب التفكير السائدة . والمثال على ذلك النظرية النسبية والنظرية الكمية . إن المكتشفات العلمية لم تكن وليدة قاعدة علمية ومثالنا على ذلك الصيغة الرياضية لبنية جزئ البنزين للعالم الكيميائى كيكوليه (١٨٩٥) وقوانين حركات الكواكب والأفلاك لكبلر .

تحصيل المعرفة العلمية — فى نظر المؤلف — يتم عن طريق منهج الفروض كاجابات تجريبية لمشكلة قيد البحث ثم إخضاع هذه الفروض للاختبار كثيرا ما توضع الفروض فى صورة قضايا شرطية (لزومية) تفيد اللزومات الاختبارية لفرض من الفروض . إنه فى ظل ظروف معينة تعدت نتائج معينة . إن إحداث تغير معين فى المتغير المستقل يقيمه لا محالة تغير فى المتغير التابع . الكثير من الفروض العلمية يمرر عنه بالناظر كمية وهنا يستخدم التجريب experimentation كمنهج للاكتشاف لتحديد الصورة الرياضية

Hempel (Carl) Philosophy of natural Science p. 17. (1)

الخاصة بتبعية المتغير التابع للمتغير المستقل . إن الاحتفاظ بثبات العوامل المؤثرة على الظاهرة قيد البحث عدا واحدا منها يصبح ذا معنى في حالة استخدام التجزيب منهاجاً للاكتشاف . يناقش المؤلف^(١) العلاقة بين الفرض وقضاياها اللزومية . من الممكن أن نستخلص من الفرض قضايا لزومية اختبارية . إن لدينا فرضاً عاماً وفرضاً أقل عموماً . أى لدينا قضايا كلية وقضايا متوسطة وقضايا جزئية . عادة ما يبدأ اختبار^(٢) النسق من الانساق من قضايا الجزئية . ومع ذلك صدق هذه القضايا ليس دليلاً على صدق القضايا الكلية والمتوسطة التي يبدأ منها النسق . أما صدق القضايا الكلية والمتوسطة فيؤدى حتماً إلى صدق القضايا الجزئية و كذب القضايا الجزئية دليل على كذب القضايا الكلية والمتوسطة .

يتساءل المؤلف^(٣) عما إذا كانت هناك اختبارات حاسمة تفصل بين الفروض المتنافسة كما هو الحال في الفرضين : اللوجي والجسمي الخاصين بطبيعة الضوء ؟ يذكر المؤلف أن ثمة محاولات أجراها فوكيه (١٩٠٥) ولينارد (١٩٠٣) لاتخاذ قرار بين التصورين المتنافسين . ولكن التجربة الحاسمة لا يمكن أن تدحض أحد الفرضين وتبقى على الآخر . إنها قد تزيح أحد الفرضين باعتباره لا يفي بالمطلوب وقد تعبر الآخر تأييداً بدرجة أكبر

Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 19. (1)

(٢) وير (كارل) : علم المذهب التاريخي ص ١٦٠ هـ

Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 22. (3)

أو أقل . ونتيجة لذلك تمارس تأثيراً حاسماً على اتجاه التنبؤ والتجريب
التاليين . وهكذا استقر في الأذهان أن التجربة الحاسمة مستحيلة في العلم .
وإن كانت تجربة فوكيه ولينارد حاسمة بدرجة أقل . هذا ما يراه العلم
الحديث خلافاً لبيكون^(١) الذي رأى أن الشاهد الفاصل نوع حاسم من
التجريب يتيح لنا أن نختار بين فرضين . لأننا قد تصورنا التجربة وأجريناها
بعيث إذا صح أحد الفرضين أصبحت قيمتها مختلفة عنها كل الاختلاف إذا
صح الفرض الآخر بل تصبح مضادة لها .

إن الفرض المقبول علمياً هو ذلك الفرض الذي نستطيع أن نستدل على
صدقه . والاستدلال على صدق الفرض من الفروض يكون عن طريق
البيانات المستقلة التي تشهد بصدقه . أما الفرض المعنى *Adhoc hypothesis*
فهو ذلك الفرض الذي لم تقم عليه بيئة مستقلة ولا تشهد بصدقه بيئة مستقلة
فهو فرض مصطنع يزيد من كمية معارفنا جاء ليخرجنا من إشكال معين
والثال على ذلك النتيجة السلبية لتجربة ميشلسون ومورلي (١٩٣١-١٩٣٣)
وها المالمان الأمريكان الذين قاما بتجربة لتعيين سرعة لجريان الأرض في
الأثير بحساب مقدار ما تتأثر به سرعة الضوء من سزعة الأرض . أسفرت
التجربة عن نتيجة فائلة بأن سرعة الأرض ليس لها تأثير على سرعة الضوء
خلافاً لما كان منتظراً من إجراء التجربة . وهنا حاول بعض العلماء إقناعاً

فرض الأنيمر بمحاولة تفسير هذه النتيجة السلبية بأن الأجسام تنكش في اتجاه حركة الأرض ومعنى هذا أن الجهاز المستخدم في التجربة هو الذى انكش في اتجاه حركة الأرض وهو اتجاه أحد الشعاعين الضوئيين وبسبب هذا الانكاش وصل الشعاعان الضوئيان في وقت واحد تقريبا . يعرف هذا الفرض باسم فرض فيتزجيرالد^(١) . وقد اعترض عليه المنطقي الفرنسى هنرى بوانكاريه (١٩١٢) بقوله إن هذا الفرض ليس له ما يؤيده غير النتيجة السلبية لتجربة ميشلسون ومورلى ولو لم تكن هذه النتيجة السلبية لما كانت بنا حاجة إلى القول بهذا الفرض . ومعنى هذا أن فرض الانكاش فرض عهنى جاء ليفسر ظاهرة أو واقعة بعينها وليس له ما يؤيده سواها . يقدم المؤلف^(٢) مثالا آخر من تاريخ العلم لفرض عهنى هو الفرض المساعد القائل بأن كره الطبيعة للفراغ يتناقص مع زيادة الارتفاع . وكذلك الفرض القائل بأن الزئبق في البارومتر كان قائما في مكانه بواسطة «الحبل السرى» خيط غير مرئى يملق بواسطة . هذان الفرضان جاءا لإنقاذ الفرض الأصلى القائل بأن الطبيعة تكره الفراغ . هذا الفرض هددته بيئة يريه في تجربته التى أجراها أعلى جبل پاى دى دوم أى من ارتفاع ٤٨٠٠ قدم فوق سطح البحر .

يذكر المؤلف أنه ليس ممكنا أن نرسم خطا فاصلا بين الفروض

(١) موى (بول) : المنطق وفلسفة العلوم ص ٢٩٩

Hempfl (Carl) : Philosophy of natural Science P. 28. (2)

والنظريات التي تقبل الاختبار وتلك التي لا تقبله . ولكن القوة التفسيرية للفروض والنظريات وما يترتب عليها من بينات هي التي تفصل بين الفروض العلمية والفروض غير العلمية . إن المحتوى الامبريقي هام في الفرض العلمي إذ يجعله قابلاً للاختبار من حيث البدء وبحيث تترتب لزومات اختبارية معينة . وذلك لأن الفرض يختبر عن طريق اللزومات الاختبارية هذه . إن النتائج إذا اتفقت مع الفرض لم تكن دليلاً على صدقه . إنما تأييداً له بدرجة من الدرجات قد تزيد أو تنقص بزيادة الشواهد الإيجابية ونقصانها . ومع ذلك إن شاهداً معارضاً واحداً يكذب الفرض أو النظرية . إن تأييد الفرض لا يعتمد على كم البينة فحسب بل على تنوعها : كلما كان التنوع أعظم كلما كان التأييد أكبر . ولذلك تكرر التجربة يفيد في درجات التأييد . إن تنوع البينة يساعد على إيجاد الشاهد المعارض وقابلية النظرية للكذب هي التي تمنحها صفة العلمية . إننا في الاختبار^(١) العلمي نحاول دائماً تحقيق الظروف التي يمكن أن تكذب فيها النظرية . أي أننا في الاختبار نقوم بمحاولات صادقة لتكذيب النظرية المفترضة وقد يبدو في هذا ما يخالف طبيعة العلم . إذ يقال أن غاية العلم هي تأييد النظريات . ولذلك يرى كارل پوپر أن محاولتنا لتكذيب الفروض والنظريات لا تتنافى مع الناية التي يهدف إليها العلم . فنحن بواسطة التكذيب نحذف أي نستبعد القضايا الكاذبة

(١) پوپر (كارل) علم للذهب التاريخي ص ١٦٣

أى غير الصالحة ونستبقى القضايا التى تثبت على محك الاختبار. وهذه وحدها التى ينبغى أن يهتم بها العلم .

يرى بوبر^(١) أن القضايا العلمية لا يجب وصفها بأنها القضايا التى يمكن تأييدها بل القضايا التى يمكن تكذيبها . وذلك لأن أية نظرية تختارها يمكن القول بأن التجربة تؤيدها على نحو من الأنحاء ولكن ليس هذا دليلا كافيا لاعتبارها من النظريات العلمية . وذلك لأننا نستطيع أن نتخيل نظريات تفسر كل ما يحدث أيا كان ما يحدث . ولكن النظرية التى تفسر كل شىء لا تفسر شيئا .

إن من المرغوب فيه بالنسبة للفروض العلمية أن تؤيدها بيانات جديدة ووقائع لم تكن معروفة قبلا هى ما نسميه البيانات المستقلة . إن البينة دليل على صدق الفرض أو النظرية . والاستقلال يعنى استقلالاً عن النظريات الجارية أو المعارف المتحصلة . وذلك كظاهرة المد والجزر بالنسبة لنظرية نيوتن فى الجاذبية إنها بيئة مستقلة . إنهم الظاهرة التى تفسرها نظرية الجاذبية ولم تكن تقصد إلى تفسيرها ولم تفسرها نظريتا جاليليو وكبلر فى سقوط الأجسام وحركات الكواكب والأجرام السماوية . وهذا ما يجعل القوة التفسيرية لنظرية من النظريات الجديدة أكبر من القوة التفسيرية للنظريات السابقة .

إن التأييد لفرض من الفروض أو نظرية من النظريات قد لا يكون وفقاً لزماته الاختبارية بل قد يعتمد على فروض ونظريات أكثر شمولاً أى قواها التفسيرية أكبر . وذلك كقانون سقوط الأجسام القائل بأن الجسم إذا سقط من أعلى دون أن يعوقه عائق لمدة ثانية واحدة فإنه يقطع مسافة قدرها ١٦ قدماً^٢ وإذا سقط لمدة ٢ ثانية فإنه يقطع مسافة قدرها ٦٤ قدماً^٣ وإذا سقط لمدة ٣ ثوان فإنه يقطع مسافة قدرها ١٤٤ قدماً^٤ إن بنية هذا القانون ليست وفقاً على اختبار المسافة التى يقطعها الجسم فى فترة زمنية معينة لأنه لم تجرب تجارب فوق سطح القمر وإنما يتأيد القانون نظرياً لأنه ينتج استنتاجاً من قوانين نيوتن فى الحركة والجاذبية . ولذلك يرى المؤلف^(١) أن الفرض من الفروض إذا كان متفقاً بنتائج مع المعارف القائمة كان أفضل مما لو تعارض معها . وهذا لا يعنى حماية النظريات المقبولة من الدحض إذا توافرت بينات مخالفة لها . فالعلم لا يهتم بالدفع عن تصورات أميرة ضد بينات مخالفة . إن الفرض المؤسس تأسيساً جيداً يطرح إذا توافرت لدينا بدائل أكثر اقتناعاً وإرضاء . فللفرض الجيد حقاً والذي يصد فى كل الأحوال صعب المنال .

يناقش المؤلف قضية هامة لم تزل قيد البحث هى قضية البساطة^(٢) فى الفروض العلمية إن الفرض الأبسط هو الذى أكثر قبولا من بين فرضين متنافسين .

ولكن ماذا نعى بالبساطة ؟ هل الفرض الأبسط هو الفرض ذو المحتوى
الامبريقي الأكبر أو الأكثر قابلية للاختبار ؟

يرى كارل بوبر^(١) أن القضايا البسيطة تخبرنا بقدر أكثر لأن محتواها
الامبريقي أكبر ولأن قابليتها للاختبار أفضل . إن الفرض الأبسط هو
الأكثر استعدادا للتكذيب .

لاوافق المؤلف^(٢) على هذا الرأي ويرى أن المحتوى الأكبر ليس
بالتأكيد مرتبطا بالبساطة الأكثر . إن نظرية نيوتن في الجاذبية قد ينظر
إليها على أنها أبسط من مجموعتين القوانين التي لاهلاقة لها بالنطاق المحدود
الذي تتضمنه النظرية . ليس ميسورا تقرير محكات واضحة للبساطة تبرر
الأفضلية المعطاة للفروض الأبسط .

لقد شغلت هذه المسألة فكر المناطقة والفلاسفة في السنوات الأخيرة وتم
احراز بعض النتائج ولكن لم يتم التوصل بعد إلى قرار حاسم . ومع ذلك
من الملاحظ أن بعض الفروض تحوز الاجماع على أنها الأكثر بساطة . إن
مسألة تبرير البساطة مسألة معقدة . إذ ما الذي يدعونا إلى اتباع مبدأ
البساطة ولماذا يكون الفرض الأبسط أكثر قبولا مما عداه ؟

إن العلم^(٣) يتجه نحو التبسيط أى نحو ضم النظريات بعضها إلى بعض في

Popper (Karl) : The logic of Scientific discovery P. 142. (1)

Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 44. (2)

Titus (Harold) : Living issues in Philosophy P. 89. (3)

عدد أقل فأقل من النظريات . وفي هذا الاتجاه تبسيط وتعميم في نفس الوقت . لقد توصل ماكسويل (١٨٧٩) إلى نظرية موحدة تفسر ظواهر الضوء والكهرباء والمغناطيسية . وكان أينشتاين يأمل في العثور على نظرية تجمع بين نظرية ماكسويل من ناحية ونظريته النسبية من ناحية أخرى وأطلق على هذه النظرية اسم المجال الموحد . وقد قام أينشتاين بمحاولات في هذا المجال لم تكن موفقة في أول الأمر ثم نشرت له بعد وفاته محاولات ما زالت موضع نظر العلماء .

بمسائل المؤلف^(١) ما إذا كان يمكننا التعبير عن الثقة في فرض من الفروض بأمانة كمية ؟

يجيب المؤلف^(٢) بأن النتائج التي تقضى إليها الفروض غالبا ما يعبر عنها بصيغة احتمالية . ولكن هل التصور السكي يفي بالمبادئ الأساسية لنظرية الاحتمالات ؟ إن الثقة في الفرض قد تكون عددا حقيقيا ليس بأقل من الصفر ولا أكثر من الواحد . وما بينها احتمال من الاحتمالات . إن احتمالية الفرض بالنسبة إلى المعلومات المتاحة يمكن التعبير عنها كيانا بلغة الاحتمال .

إن الغاية من وضع الفروض هي تفسير ظواهر العالم الفيزيقي للتحكم في سيرها في الحاضر والتنبؤ بوقوعها في المستقبل . ولذلك كثيرا ما نجد في

Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 44. (1)

Ibid : Philosophy of natural Science P. 45. (2)

العلوم الطبيعية تساؤلات بكيف ولماذا كيف حدث الحادث ولماذا كانت على هذا النحو . اذن التفسير غاية أن يشرح كيفية ولماذا حدثت أشياء معينة . يحتوى التفسير^(١) على نوعين من المقدمات أى يتركب من مجموعتين من القضايا المجموعة الأولى تتألف من قضايا كلية والثانية من قضايا مخصوصة تسمى الشروط الأولية . ومن هاتين المجموعتين من القضايا نستنتج قضية مخصوصة نسميها النتيجة . فاذا رمزنا للقضايا الكلية بالرمز « ك » وللقضايا الخاصة بالرمز « ش » وللنتيجة بالرمز « ن » كانت صورة التفسير العلمى الذى يبين علة الحادث الذى نسال عنه هى «كش ن» فى هذه الحالة نسمى « ن » موضوع التفسير أى الشئ الذى نطلب تفسيره explicandum أى الشئ المفسر ويقابلها كلمة explicans أى الشئ المفسر اذا كانت القضية الخاصة « ن » تصف حادثا معلوما نطلب تفسيره فمعنى ذلك أننا نطلب معرفة القضايا « ك » أو القضايا « ش » أو القضايا « ك » ، ش » مما . إن التفسير من التفسيرات يمكن النظر إليه باعتباره برهانا استنباطيا نتيجته القضية المفسرة ومقدماته القضايا المفسرة . إننا فى حالة التفسير نسلم بالنتيجة ونطلب قضايا المقدمات . إننا قد ينبغي أن نكشف نظرية جديدة أى مجموعة من القوانين للقضايا الكلية . إن التفسير يتطلب الوفاء بأمرين هما : قابلية الفرض للتفسير وقابليته للاختبار .

يرى المؤلف^(١) أن للقوانين عادة ما تصاغ في صورة قضايا كلية ولكن ذلك لا يبنى أن القضايا الكلية يمكن النظر إليها بوصفها قوانين . فكثيرا ما نوضع التعميمات المرضية في صورة القضايا الكلية ومع ذلك ليست قوانين بأى حال من الأحوال .

والسؤال^(٢) الآن ما الذى يميز القوانين الأساسية من التعميمات المرضية يذكر المؤلف^(٣) أن الجدال مازال دائرا بخصوص هذه القضية . ومع ذلك يستخدم القانون كأساس لتفسير من التفسيرات حيث لا يمكن أن يستخدم التعميم المرضى . ويستخدم القانون كذلك لتأييد القضايا الشرطية المخالفة للواقع بصرف النظر عن إمكانية حدوثها . وليس التعميم كذلك .

يرى المؤلف^(٤) أن القوانين ليست جميعها استنباطية يقينية كما هو الحال في العلوم الرياضية . فهناك أيضا القوانين الاحتمالية حيث لا تتضمن القضايا المفسرة explicans القضايا المفسرة explicandum . فمن الممكن أن تكون القضايا الأولى صادقة والقضايا الأخيرة كاذبة . إن القضايا الأولى تتضمن القضايا الأخيرة بيتين على أو باحتمالية عالية خلافا للقوانين الاستنباطية حيث تتضمن المقدمات النتائج . صدق الأولى يؤدي إلى صدق الأخير حتما .

Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 54. (1)

Runder (Richard) : Philosophy of Social Science p. 32. (2)

Ibid : Philosophy of Social Science p. 54. (3)

Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 59 (4)

الاحتمال المنطقي هو علاقة منطقية كمية بين قضايا معينة . إن البيئة هي التي تجعل الفرض مؤيذا أو محتملا أما الاحتمال الاحصائي فهو علاقة كمية بين أنواع معينة من الحوادث . ثمة نوع من الحاصل النتائج ونوع معين من التجربة المشوائية يمثل التكرار النسبي الذي به تميل النتيجة إلى الحدوث في حالة تكرار التجربة ما للتصورين من خصائص مشتركة هو خصائصهما الرياضية . فكلالهما يستوفى المبادئ الأساسية لنظرية الاحتمالات الرياضية حيث القيم العددية لكلا الاحتمالين مداها من الصفر إلى الواحد وحيث احتمال حدوث نتيجة من النتائج هو مجموعة الاحتمالات للنتيجة مأخوذة على افرادها . إن النتيجة تتوقع عن طريق التكرار النسبي كلما تكررت إجراء التجربة . يمكن اختبار الفروض العملية في صورة القضايا الاحتمالية بفحص التكرارات النسبية الطويلة المدى للنتائج التي تعنى بها . تأييد هذه الفروض يمكن في الاتفاق بين الاحتمال الفرضي والتكرار الملاحظ . إن الفرض الاحتمالي لا يتضمن أية لزومات اختبارية ولذلك القرب من النتيجة الافتراضية لا يؤيد الفرض ولا البعد عنها يبطله . ومع ذلك تزداد درجة الاحتمال الاختبارية وتقل بزيادة عدد الشواهد وقلتها . إن الفروض الاحتمالية تنبل وترفض على أساس البيئة الاحصائية وحدها ومع ذلك يلزم تحديد

(١) انحرافات التكرارات الملاحظة عن الاحتمال الذي يقرره الفرض .

تلك الانحرافات يمكن أن تتخذ أساسا لرفض الفرض

(ب) مدى الاتفاق بين التكرارات الملاحظة والاحتمال الافتراضى
يمكن أن يتخذ أساسا لقبول الفرض. ومع ذلك ليس ميسورا تحديد هذين
المطلبين على وجه الدقة لأن ذلك يتوقف على سياق البحث والأهداف
للمشودة منه. فاطراح الفرض بالرغم من كونه صادقا وقبوله بالرغم من كونه
كاذبا يؤدي إلى نتائج بالغة الأهمية من الناحية العملية .

يقدم المؤلف^(١) مثلا لذلك مصل جيد لتطعيم الأطفال. يترتب على طراح
الفرض رغم كونه صادقا اتلاف المصل أو تعديله أو التوقف عن الاستمرار
في تصنيفه .

ثمة مشكلات معقدة في ذلك السياق يتناولها الرياضيون في نظرياتهم
الاحصائية والرياضية التي تمت في السنوات الأخيرة كنظرية الاختيارات
والقرارات الاحصائية على أساس النظرية الرياضية للاحتتمالات والاحصاءات.
لا يرى المؤلف^(٢) فارقا بين القوانين الاستنباطية والقوانين الاحتمالية من
حيث قوتها التفسيرية والتنبؤية فالاثنان يتضمنان قضايا شرطية افتراضية
مخالفة للواقع. الأولى تقوم بعمل تصنيف استنباطى تحت قوانين ذات صورة
كلية والأخيرة تقوم بعمل تصنيف استقرائى تحت قوانين ذات صورة
احتمالية

Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science p. 76 (1)

Ibid : Philosophy of natural Science P. 70. (2)

لا يجد المؤلف^(١) فارقا بين القوانين والنظريات فالنظريات تقدم عندما تكشف دراسة مجموعة من الظواهر عن نسق من الاطرادات يمكن التعبير عنها في صورة قوانين امبريقية - إن العلاقات بين الظواهر هي التي نسميها قوانين أو نظريات . إن تفسير الاطراد من الاطرادات هو فهم للظاهرة موضع البحث . إن الظاهرة من الظواهر تحكمها قوانين بواسطتها تفسر النظرية الاطراد القائم أو تنبأ باطراد جديد . ولا يختلف التفسير^(٢) عن التنبؤ إذ الصورة المنطقية لكليهما تكاد تكون واحدة . والاختلاف الوحيد بينهما هو اختلاف موقفنا نحن من هذه الصورة المنطقية فالتنبؤ ربط للأسباب بمسبباتها في المستقبل بناءً على ارتباطها في الماضي . وممناه أن يحدد الباحث حدوث الظاهرة في المستقبل في تأكد وثقة طبقاً لحدوثها في الماضي . إن التنبؤ العلمي يحتوي على نفس التدمات التي يتكون منها التفسير . إننا في حالة التنبؤ نطبق نظرية علمية معلومة لنا من قبل . إننا في حالة التنبؤ نفترض القضايا « ك » ثم نحقق بالفعل القضايا « ش » كي تبين ما إذا كانت النتيجة التي تنبأ بها مطابقة للنتيجة المتحققة بالفعل . يقدم المؤلف نماذج ممثلة من النسقين البطلي والكورينقي لبنية السكون ونظريتي نيوتن وهابجنز في طبيعة الضوء :

إن صياغة النظرية من النظريات تتطلب ما نسميه المبادئ الداخلية

Ibid (Carl) : Philosophy of natural Science P. 71. (1)

(٢) بوير (كارل) : دعم المذهب التاريخي ص ١٦٣ من الترجمة العربية طبعة الإسكندرية

والمبادئ الحدودية^(١) . فالمبادئ الداخلية هي مجموعة القوانين والمبادئ النظرية التي تستعين بها النظرية . والمبادئ الحدودية تكشف عن الروابط بين الظاهرة من الظواهر والقوانين التي تحكم سيرها في الحاضر وتتنبأ به في المستقبل . المثال على ذلك قانون جراهام لانتشار الغازات .

يتضمن المبادئ النظرية السمة المشوائية للحركات الجزيئية والقوانين الداخلية التي تحكمها وتتضمن المبادئ الحدودية الفرض القائل بأن معدل الانتشار — وهو خاصية للغاز ميكروسكوبية منظورة — تتناسب مع متوسط سرعة الجزيئات . وكذلك قانون بويل للعلاقة بين حجم الغاز وضغطه يتضمن نفس المبادئ النظرية الحدودية .

إن المبادئ الحدودية^(٢) تربط أحيانا بين ماهو مفترض نظريا وما يمكن ملاحظته أو قياسه بدرجة مباشرة . وليس الأمر كذلك في كل الأحوال . والمثال على ذلك نموذج بوهر (١٩٦١) لذرة الأيدروجين للؤلؤفة من نواة موجبة وألكترون من حولها في سلسلة من المدارات الممكنة يربط هذا النموذج بين الافتراضات النظرية والأطوال الموجية التي لا يمكن قياسها على نحو مباشر . إن المبادئ الحدودية هي التي تحدد للنظريات قوتها التفسيرية وقابليتها للاختبار وما المطلوبان اللذان يستوفيهما تفسير أية ظاهرة من الظواهر .

Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 72. (1)

Ibid : Philosophy of Social Science p. 72. (2)

إن المبادئ المحدودية تساعد على الاتئعال من مصطلحات مفترضة قبلأ إلى مصطلحات قائمة فعلا وبذلك تتوفر للمبادئ الداخلية القضايا الزومفة التي تختبر وبذلك يستوفى مطلب القابلية للاختبار .

إن النظرفة المفة^(١) فى مجال البعث العلمى هى التى تقدم تفسيراً متسقاً لظواهر مقبابة وتقدم الاطراوات الامبريقفة المختلفة كتجلبات لمجموعة واحدة مشركة من القوانين الأساسية . وذلك ما فعلته نظرفة نيوتن فى الجاذبفة ونظررفة أينشتفن فى النسبفة .

عادة ما تبفن النظررفة من النظرفات أن مجال التطبيق محدود . فالنظررفة النيوتونفة تكشف عن أن قوانين كبلر لحركات الكواكب تصدق على نحو تقربى . إن القانون^(٢) الأول من قوانين كبلر القائل بأن فلك كل سيار قطع ناقص الشمس فى إحدى بؤرتفه . إن هذا القانون بقول بأن الكواكب السيارة تتحرك فى مدارات إهليلجفة . فهل يمكن التسلف بهذا القانون إذا كنا نقبل النظررفة النيوتونفة ؟ الجواب على ذلك ففب أن فكون بالسب وذلك أن نظرفة نيوتن تقضى بوجود تجاذب لا ففن الكواكب السيارة التى ففتم أن تسرف فى مدارات إهليلجفة بتأففر انجذابها نحو الشمس . ولكن ففن الكواكب بعضها والبعض ما فؤدى إلى خروج الكواكب

Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 75. (1)

(٢) موى (بول) : المنطق وفلففة العلوم ص ٣٠٥

السيارة أحيانا من مدارها الإهليلجى شيئا ما ثم تعود إليه . ومثل هذا الخروج على قوانين كبلر هو ما يعرف في علم الفلك باسم الاضطرابات .

إذن من وجهة النظر النيوتونية لا يمكن القول بأن قوانين كبلر صادقة على وجه الدقة ومعنى ذلك أن هنالك تناقضا بالمعنى الدقيق بين نظرية نيوتن ونظرية كبلر (١٦٣٠) ومثل هذا يصدق على العلاقة بين قوانين جاليليو وكبلر ونيوتن^(١) . وكذلك توجد هذه العلاقة بينها بين نظرية نيوتن ونظرية أينشتين .

إن المعادلات الرياضية التى نخرج بها من نظرية أينشتين تختلف عن المعادلات الرياضية التى نخرج بها من نظرية نيوتن . ومعنى هذا أن هناك تناقضا بين نظرتي نيوتن وأينشتين . إن الفارق بين النظريتين ليس فارقا كبيرا . إنما هو فارق بسيط قد يتعذر الكشف عنه تجريبيا في بعض الحالات . فمثلا الفارق بين نظرتي أينشتين ونيوتن لا يتبين إلا إذا كانت تجاربنا تتعلق بأشياء تقارب سرعتها من سرعة الضوء . أما في حالة السرعات الصغيرة لا نستطيع أن نكشف بواسطة التجربة عن الفارق بين وجهتي النظر ومعنى هذا أننا من الناحية العملية نستطيع تطبيق نظرية من النظريات السابقة في بعض الحالات . ولكن من الناحية المنطقية^(٢) لا بد من القول

(١) موى (بول) : الاطلاق وفلسفة العلوم ص ٣٠٥

(٢) بوبر (كارل) : هم المذهب التاريخي ص ١٦١

بوجود تناقض لا يخرج لنا منه . إن وجود هذا الفارق بين نظرية سابقة ونظرية لاحقة يعتبر بيئة مستقلة على صدق النظرية اللاحقة .

يرى المؤلف^(١) أنه لا يكفي أن يقف التفسير عند حد الملاحظ . بل ينبغي أن يتجاوزه إلى ما لا يلاحظ . وهذا ما فعلته العلوم الطبيعية إذ لم تقف عند حد الظواهر الامبريقية المألوفة بل تجاوزتها إلى ما يكن وراءها وخلفها من بناءات وقوى وعمليات كامنة باعتبار أنها المكونات الحقيقية للعالم ، تلك التي ينبغي تفسيرها . يذكر المؤلف أن بعض العلماء والفلاسفة أنكروا وجود الكيانات المفترضة واعتبروها مجرد خيالات مخترعة براءة كافية لتقديم تفسيرات وتنبؤات مريحة بسيطة من الناحية الصورية لما هو ملاحظ ومشاهد .

يمرض المؤلف^(٢) لوجهة نظر المنكرين في قولهم إن النظرية الجديدة تحتاج إلى تصورات جديدة معرفة تعريفا واضحا . وهذا أمر يصعب بلوغه في كثير من الأحيان . إن المبادئ لمثل هذه النظرية ليست قضايا تترتب عليها لزومات اختبارية ومن ثم ليست صادقة أو كاذبة ولذلك كثيرا ما تلجأ مثل هذه النظريات إلى جهاز رمزي لصياغة الاستدلالات واستنتاج النتائج التي كثيرا ما تكون رمزية هي الأخرى . ولكن إذا لم يتوفر التعريف التام لمعاني المصطلحات هل يكفي التحديد الجزئي للمعنى ؟

Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 80. (1)

Hempel (carl) : philosophy of natural Science p. 81 (2)

في نطاق هذه الحدود يمكن استخدام المصطلح بشكل دقيق وموضوعي وبذلك لا يصبح الافتقار إلى التعريفات التامة مبرراً لتصور الكيانات المفترضة . وكذلك عندما تقوم نظريتان متنافستان بتفسير فئة من الظواهر يلزم أن تسلم بوجود الكيانات المفترضة في النظرية المقاتلة إذا سلنا بوجودها في إحداها وإن لم يصرح منطوق النظرية بذلك . وذلك كالنظرية الجسيمية لنيوتن والموجية لهايجنز . إذا كانت إحداها تسلم بوجود الأثير وهو ما لا يمكن ملاحظته أو قياسه لزم التسليم بوجوده في النظرية الأخرى المقاتلة . ومع ذلك إن للنظريتين البصريتين قضايا لزومية يمكن اختبارها بواسطتها إن تجربة حاسمة كتلك التي أجراها فوكيه ولينارد لم تؤد إلى طرح إحدى النظريتين والإبقاء على الأخرى .

يهدف البحث^(١) العلمي إلى تقديم تفسير متسق ومنهجي للوقائع في خبرتنا الحسية ومن ثم لا بد وأن تشير افتراضاتها التفسيرية إلى كيانات لها على الأقل وقائع بالقوة . والفروض والنظريات التي تذهب إلى أبعد من ذلك أي إلى ما وراء خبرتنا لا تمثل وقائع العالم التمييزي .

يرى المؤلف^(٢) أن العلم على هذا النحو يحصر نفسه في نطاق الواقع . وبذلك يصعب التوصل إلى قوانين تفسيرية عامة ودقيقة فتلك القوانين تصاغ كيا بلغة الكيانات المفترضة . ويمكن أن تحتبر وتؤيد كفروض

Runder (Richard) : Philosophy of Social Science p. 68. (1)

Hempel (Carl) Philosophy of natural Science p. 82. (2)

موضوعه لتفسير أشياء العالم الفيزيقي . إن من المتعسف رفض الكيانات النظرية باعتبارها خيالية . إن تحديد طابع شيء من الأشياء يحسب بما وراء الأشياء الملاحظة وعندئذ يكون من المتعسف تجريد الأشياء من صفاتها . إنه يتمين علينا قبول أشياء تلاحظ ميكروسكوبيا . ولذلك قسمة الأشياء إلى فزيائية واقعية وكيانات نظرية خيالية أمر متعسف إلى حد كبير . .

يعرض المؤلف^(١) لوجهة نظر قائلة بأن التفسيرات العلمية تزد غير المؤلف من الظواهر إلى المؤلف من القوانين والنظريات: وقد يكون ذلك صحيحا في بعض الأحيان وذلك كالماتلات القائمة بين انتشار الموجات الضوئية وانتشار الموجات للمائية. يرى المؤلف أن هذا الرأي يتضمن القول بأن المؤلف من الظواهر ليس بحاجة إلى التفسير العلمى . وليس ذلك صحيحا . فالعلم يسعى لتفسير الظواهر المؤلفو ولكن ذلك لايعنى أن العلم يهدف إلى عدم الاتفاق مع القوانين والنظريات للتعارف عليها. أصدق الأمثلة على ذلك النظرية النسبية لأينشتين ورد المؤلف إليها ونظرية الكوانتم وإقلاعها عن التصو العلمى . ومع ذلك أحيانا مايرد المؤلف إلى غير المؤلف وأحيانا مايرد غير المؤلف إلى المؤلف . فهكذا التفسير العلمى دائما^(٢) .

يخصص المؤلف^(٣) فصلا من كتابه لصياغة التصورات . إن تحديد

Ibid : Philosophy of natural Science d. 83. (1)

Runder (Richard) : Philosophy of Social Science p. 47. (2)

Hempel (Carl) Philosophy of natural Science P. 85 (3)

المصطلحات ومعانيها التي ترد لها يوليه المؤلف اهتمامه . وذلك لكي تصبح القضايا المستخدمة في نطاق البحث العلمي قابلة للتفسير والتنبؤ والإختبار . إن ثمة منها ما يتبع في تحديد المصطلحات ومعانيها . فالتعريف^(١) الواحد يقدم لتحقيق غرض من الأغراض فقد يكون تقريراً أو وصفاً للمعنى الجارى استخدامه . ومن ثم يقال لها التعريفات الواصفة أو المصورة *descriptive* or *figurative* وقد يكون تخصيصاً لمعنى يضيفها عليها واضع التعريف وفي هذه الحالة قد لا تكون المصطلحات أو الرموز جديدة كل الجدة ولكنها جديدة في السياق الذي تقدم فيه ، ومن ثم يقال لها التعريفات الاصطلاحية *Stipulative* وأحياناً التعريفات الاسمية *nominal* أو اللفظية *Verbal* . تستخدم في مجال العلوم كاتفاقات أو مواضعات تعادل بين شئين ربما كانا في الأصل غير متعادلين . التعريف الوصفي تعريف تحليلي يحدد مدى التطبيق أو المصادق للمصطلح أكثر من تحديده لمعناه ومضمونه . فهو يحمل الذهن بترك المعنى بواسطة انشاء يقوم به ابتداءً من عناصر معروفة قبلاً . أما التعريف الاصطلاحى فهو مجرد اقتراح قد يقبل وقد يرفض ولذلك لا يتصف بالصدق أو الكذب . إنما يتصف بكونه ملائماً أو غير ملائم كما يرى هنرى بوانسكاريه . يحذر المؤلف من استخدام الدور في التعريف ، فالتعريف الدائرى هو الذى يظهر فيه المعروف *definiendum* في المعروف *definiens* . وبذلك لن يؤدى التعريف الغرض منه وهو شرح المعروف .

يقسم المؤلف^(١) المصطلحات المستخدمة في النظريات العلمية إلى فئتين هما فئة المصطلحات المفترضة والمصطلحات المفترضة قبلا أى القضية التفسيرية. ففى الرياضيات^(٢) مثلثتين بوضوح قائمة بالحدود الأولية التى لا تقبل التعريف وتستخدم كأساس للتعريف أى لتعريف ماعداها من الحدود داخل النسق الأكسيوماتى .

يشير المؤلف^(٣) فى هذا الصدد إلى التعريف المعجى بقوله إن للمعرف معنى سابقا على المعنى الذى يقدمه التعريف ولذلك يكون التعريف صادقا أو كاذبا تبعا لاتفاق التعريف مع هذا المعنى أو عدم اتفاقه . إن التعريف المعجى يصدق أو يكذب بالنسبة للاستخدام الواقعى للفظه . فإذا استخدمت اللفظة بالمعنى المراد كانت صادقة وإلا كانت كاذبة

هناك نوع من التعريف ينخصص له المؤلف^(٤) فصلا من فصول كتابه يسميه التعريف الاجرائى نسبة إلى المدرسة الاجرائية لمؤسسها بر دجان (١٩٦١) . إن الفكرة الرئيسية لهذه المدرسة تكمن فى أن معانى المصطلحات العلمية تتحدد بالإشارة إلى إجراءات اختبارية محددة تستخدم كحكك للاستخدام . إن التعريف الاجرائى لا يخرج عن كونه إجراءا معينا لتحديد

Hempel (carl) : philosophy of natural Science p. 87 (1)

Barker S. : Philosophy of mathematics p. 22. (2)

Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 88. (3)

Ibid : Philosophy of natural Science P. 89. (4)

القيمة المديدة لكمية معينة في حالة معينة . فهو أشبه بقواعد القياس .
تصر المدرسة^(١) الاجرائية على المحكات الاجرائية لتأمين قابلية الاختبار
الموضوعية للقضايا العلمية وذلك يشترط اختبار هذه المحكات اختباراً صحيحاً
مما يجعل الفرض حقيقية قابلاً للاختبار العلمي . فليس بالإمكان - على سبيل
المثال - اختبار الفرض القائل بأن الجذب الجاذبي يعزى إلى انجذاب طبيعي
كامن لأنه لم تتوفر محكات اجرائية لتصوير الانجذاب الطبيعي الكامن .

إن المدرسة الاجرائية كانت ذات أثر بالغ في العلوم الاجتماعية وبالذات في علم
النفس حيث أمكن التحقق من كل تصور بالرجوع إلى التجربة كما حدث
في اختبار رورشاخ لبقع الحبر وسقافورد بينه لذكاء حيث تتوقف نتائج
الاختبارات على الاستجابات التي تبديها الموضوعات التي اختبرت .

إن نزعة الاجرائيين أنصار التحقيق التجريبي يمكن أن تعد تطوراً
للنزعة الإمبريقية^(٢) التي تأخذ بأن كل معرفة لا بد وأن يكون مصدرها
الأصلى التجربة . ولكن مغالاة أنصار هذه النزعة أدت بهم إلى حجب
الأوجه النظرية المنهجية للتصورات العلمية فالنظريات ترتبط بالتجارب بوجه عام
ولكن لا يلزم أن يكون كل تصور قابلاً للتحقيق التجريبي وأن يكون كل
حكم قابلاً للفحص . فالنظريات تصاغ في إطار نظري مجرد لا في إطار تجريبي

Titus (Harold) : Living issues in Philosophy P. 266. (1)

Titus (Harold) Living issue sin philosophy p. 278. (2)

وبقدر ما يكون للنظرية من نتائج وبقدر ما تتحقق بصدها التنبؤات لا يميننا ما بداخلها من تصورات لاسبيل إلى اختبارها تجريبيا. وفي هذا الصدد يقول ايدشتين^(١) ردا على بر دجمان « لكي نستطيع النظر إلى سياق منطقي على أنه نظرية فيزيقية ليس من الضروري أن تكون جميع تصوراتها خاضعة للتفسير والاختبار بطريقة تجريبية فالواقم أن هذا لم يحدث إطلاقا في أية نظرية ولا يمكن أبدا أن يحدث فلكي يكون في مستطاعنا النظر إلى نظرية على أنها فيزيقية يلزم أن تتضمن أو تشتمل على تأكيدات يمكن فحصها فحما تجريبيا بوجه عام ».

يعتقد أنصار التحقيق التجريبي أن معاني المصطلحات العلمية تتحدد بتحديدات تاما بتعريفاتها الاجرائية. اذ التصور في نظرهم معادل لاجراءاتهم. وبذلك يتحدد معنى المصطلح داخل نطاق العملية الاجرائية وحدها .

يرى المؤلف^(٢) أن أحد الأغراض الأساسية للعلم هو تحقيق التفسير الموحد المتسق للظواهر الامبريقية فالانساق العلمى يتطلب إقامة علاقات بواسطة القوانين والنظريات بين الأوجه المختلفة للعالم الامبريقى، تلك الأوجه التى تنتم بالتصورات العلمية . تقوم تلك التصورات داخل سلسلة من العلاقات النسبية التى تصوغها القوانين والنظريات. إن البساطة بمعنى الاقتصاد فى استخدام المصطلحات العلمية هو أحد السمات الهامة للنظرية العلمية الجيدة

Titus (Harold) : Living issues in Phibsophy p. 327. (1)

Hempel (carl) : philosophy of natural Science p. 91 (2)

إن القاعدة الإجرائية تدعو إلى الاكثار من المصطلحات العلمية . والاعتبارات الخاصة بالمحتوى النسقي تمارض ذلك بشدة . قد تؤسس القوانين والنظريات العلمية على المعطيات التي نحصل عليها بواسطة المحكات الاجرائية المتخذة أساسا ولكنها لن توافق تلك المعطيات . فالاعتبارات^(١) الخاصة بالبساطة المنهجية (النسقية) تلعب دورها في اختيار الفروض العلمية . ومن ثم ينظر إلى القوانين والنظريات المقبولة على أساس المحكات الاجرائية وحدها على أنها تهتم فقط بالمحتوى الإمبريقي . وليس هو المطلب الوحيد اذ المحتوى النسقي مطلب آخر لا يقل عنه أهمية . فالتفسير الإمبريقي للتصورات قد يتغير من أجل القوة النسقية لشبكة العلاقات النظرية التي تربط بين الظواهر والقوانين . إن القضية من القضايا ينظر إليها في السياق النسقي للفروض والنظريات حيث يراد لها أن تقوم بوظيفتها . أن تفحص اللزومات الاختبارية التي تنشأ في هذا الصدد وبذلك . نستطيع أن نميز الفروض ذات المعنى من تلك الفروض التي يقال إنها عديمة المعنى .

يرى المؤلف^(٢) أنه يتعين علينا أن نرفض الفكرة القائلة بأن المصطلح العلمي مرادف لمجموعة الاجراءات لأنه عادة ما تكون هناك محكات بديلة للتطبيق بالنسبة لمصطلح من المصطلحات وهذه المحكات قائمة على مجموعة من الاجراءات مخالفة . ولدى فهم المعنى الذي يأخذه المصطلح ونستخدمه

Ibid : Philosophy of natural Science P. 93. (1)
Hempel (Carl) : Philosophy of natural Science P. 95. (2)

استخداماً صحيحاً يتمين علينا أن نتبين دوره النهجى (النسقى) .

إن القضايا التفسيرية التى تزودنا بحككات للتطبيق بالنسبة للمصطلحات العملية كثيراً ما تربط الوظيفة الاصطلاحية للتعريف بالوظيفة الوضعية للتميم الامريقى، فانه يصدر عن قضايا تلك المحكات أنه حيث تكون الاجراءات الاختيارية قابلة للتطبيق تنتج الاجراءات نفس النتائج .

إن المصطلحات الخاصة بنظرية من النظريات لا يمكن النظر إليها باعتبار أنها تتضمن عدداً محدوداً من المحكات الاجرائية أو القضايا التفسيرية . فالقضايا التفسيرية تمحدد طرق اختبار القضايا التى تحوى المصطلح . تلك القضايا التى تنتج لزومات اختيارية أى قضايا تختبر . يرى المؤلف^(١) أن اللزومات الاختيارية التى بواسطتها تختبر القضايا التى تتضمن المصطلحات الخاصة بنظرية من النظريات تمحدها للمبادئ الحدودية للنظرية . تلك للمبادئ التى تربط بين النظرية والظواهر الامبريقية .

يناقش المؤلف^(٢) قضية رد علم البيولوجيا إلى علمى الفيزياء والكيمياء . تلك القضية التى يتبناها أصحاب المذهب الآلى . إنكار هذه الدعوى يشار إليه على أنه قضية الحكم الذاتى للبيولوجيا أى رد قضايا هذا العلم إلى تصورات ومبادئ العلم ذاته . فالمذهب الحيوى الجديد يؤكد سلطة البهان

Ibid : Philosophy of natural Science p. 99. (1)

Ibid ; Philosophy of natural Science p. 101. (2)

الذاتى *Self evidence* للبيولوجيا . ويعرض لذلك قوله بأن الخصائص المعينة
للأنساق البيولوجية يمكن أن تفسر عن طريق القوى الحيوية وحدها وذلك
لاختلافها عن الأنساق الفيزيائية والكيميائية الخالصة تلك التى يدعيها
أصحاب المذهب الآلى فى نواحى جوهرية . إن التعريفات فى مجال البيولوجيا
تصبح تعريفات وصفية عند أصحاب المذهب الآلى وتحليلية عند أصحاب
المذهب الحيوى الجديد . التعريفات (١) الوصفية عامة تعريفات ماصدقية . أما
التعريفات التحليلية فعادة ما تكون تعريفات مفهومية . إن التعريف الوصفى
لا يتطلب أن يكون للمعرف *definiens* نفس المضمون أو للمعنى المعروف
definiendum وإنما نفس الماصدق . ولذلك يشترط لاستخلاص القوانين
البيولوجية من القوانين الفيزيوكيميائية أن تكون ثمة رابطة تربط بين
مظاهر فيزيوكيميائية لظاهرة من الظواهر بمظاهر بيولوجية معينة لنفس
الظاهرة . القضية الرابطة قد تأخذ صورة القانون أو النظرية . يقرر مثل
هذا القانون أن توافر سمات فيزيوكيميائية معينة شرط ضرورى وكاف
لتوافر خاصية بيولوجية معينة . قد تعبر القوانين عن شروط ضرورية
وليست كافية وقد تعبر عن شروط كافية وليست ضرورية ولذلك لزم الجمع
بين الأمرين .

يرى المؤلف (٢) أن القوانين والنظريات الفيزيوكيميائية القائمة فى الوقت

Salmon w. : Logic : c p. 91.

(1)

Hempel (Crl) : Philosophy of Natural Science p. 102

(2)

الحال لا تمكنى لرد مثيلاتها في علم البيولوجيا إليها . ومع ذلك لا زال البحث مستمرا والجدال دائرا بخصوص رد البيولوجيا إلى الفيزياء والكيمياء فأصحاب المذهب الآلى يرون أن المزيد من البحث العلمى يؤدى إلى تحقيق هذه الغاية .

يحذر المؤلف^(١) من التفاؤل الذى يبديه أصحاب المذهب الآلى وفي رأيه أنه من خلال البحث المستقل قد يصبح الخط الفاصل بين البيولوجيا والفيزياء والكيمياء مطموسا شأنه في ذلك شأن ما صار إليه الخط الفاصل بين الفيزياء والكيمياء في الوقت الحالى .

قد تصاغ القوانين والنظريات المستحدثة في نوع مستحدث من المصطلحات بحيث تقوم المصطلحات بوظيفتها في النظريات الشاملة التى تقدم تفسيراً لكل الظواهر المسماة الآن بالبيولوجية وتلك المسماة بالفيزيائية والكيميائية . وبذلك تفقد فكرة رد البيولوجيا إلى الفيزياء والكيمياء معناها ولكن هذا النجاح لم يتم إحرازه بعد .

لقد أثبتت أيضا مسألة القابلية للرد بالنسبة لعلم النفس وذلك لأن الظواهر السيكلوجية هي في الأساس ظواهر بيولوجية أو فزيائية كيميائية في طابعها فالمصطلحات والقوانين الخاصة بعلم النفس يمكن أن ترد إلى المصطلحات والقوانين الخاصة بطولم الحياة والفيزياء والكيمياء إن . رد المصطلح

السيكولوجى إلى مصطلح فى علم من العلوم الثلاثة المذكورة يتطلب تحديدا
للشروط الضرورية والكافية لحدوث الحالات السيكلوجية التى يقوم المصطلح
مقامها . وبالنسبة لعلم النفس تتفرع الروابط المعبرة عن هذه الشروط فى
مؤشرات البيولوجية والفزيائية والكيميائية الهامة بالنسبة للحالات والأحداث
السيكلوجية . ومع أنه يمكن النظر إلى هذه المؤشرات كتعريفات إجرائية
إلا أنها لا تحدد هذه الشروط الضرورية والكافية .

وبالمثل تسمى المدرسة^(١) السلوكية إلى رد مجال القول بصدد الظواهر
السيكلوجية إلى مجال القول بصدد الظواهر السلوكية . ترى أن المصطلحات
السيكلوجية لا بد وأن تتوفر لها محركات سلوكية تطبيقية وأن الفروض والنظريات
السيكلوجية تختبر عن طريق اللزومات الاختيارية المتعلقة بالسلوك الملاحظ
عيانا . ولذلك ترفض منحج الاستبطان الذاتى ولا تقبل الظواهر السيكلوجية
الخاصة كمعطيات سلوكية عامة .

إن المصطلحات السيكلوجية وإن كانت تشير جهارا إلى حالات سيكلوجية
معينة - إلا أنه ينظر إليها كظهور من مظاهر السلوك العام . ومع ذلك لم
يكشف السلوكيون عن الارتباط القائم بين الحالات السيكلوجية والمظاهر
السلوكية بوجه عام ولم يهتموا بالسؤال عن كيفية تأثير الحالات السيكلوجية
على السلوك السكائن وأنماطه الخفية . إن المصطلح السلوكي الخالص قد يتضمن

مصطلحات بيولوجية وفزيائية وكيميائية ولذلك يصعب التعبير عن الحالات
السيكلوجية بالمصطلح السلوكي وحده .

إن من الأفضل^(١) رد المصطلحات السيكلوجية لمصطلحات سيكلوجية
بالأحرى . لأن ردها إلى مصطلحات سلوكية أمر ممكن كذلك .

يتساءل المؤلف^(٢) عن إمكانية رد علم النفس إلى علم وظائف الأعضاء
وخاصة علم وظائف الجهاز العصبي يرى المؤلف أن ذلك ليس ببعيد . وبالإمكان
كذلك رد العلوم الاجتماعية إلى مذهب الفردية المنهجية^(٣) بحث توصف
وتحلل وتفسر الظواهر الاجتماعية بلغة مواقف الأشخاص للفردية وبالإشارة
إلى القوانين والنظريات السلوكية . ولذلك ينظر إلى مذهب الفردية المنهجية
على أنه يقضن قابلية الرد لمصطلحات والقوانين الخاصة بالعلوم الاجتماعية
إلى تلك المصطلحات الخاصة بعلم نفس الفرد وعلم الأحياء والفزياء والكيمياء .
إن هذه المسألة تدخل في نساق فلسفة العلوم الاجتماعية أو ردها المؤلف^(٤)
كثال للمجانسات المنطقية والمنهجية القائمة بين العلوم الطبيعية والاجتماعية
أي في مجال العلوم الامبريقية . حقا التزم المؤلف بما ذكر في مقدمة كتابه
من أنه يقدم للمباحث لبعض الموضوعات الرئيسية في مناهج البحث المعاصرة

Runder (Richard) : Philosophy of Social Science p. 34. (1)

Hempel (Carl) Philosophy of natural Science p. 107. (2)

(٣) دوبر (كارل) : علم المذهب التاريخي ص ١٦٠

Hempel (Carl) Philosophy of natural Science P. 109 (4)

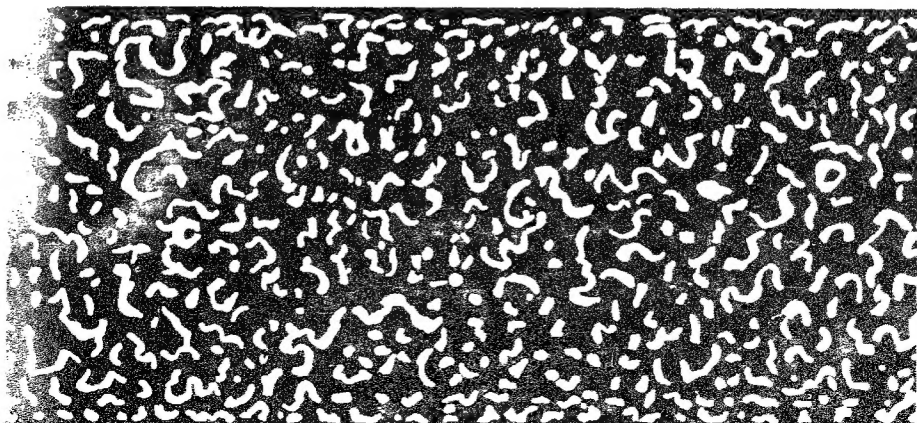
وفلسفة العلم الطبيعي فتناول بالفعل عددا محمدا من الموضوعات التي لم تنزل
قيد البحث فسلط عليها أضواءا تاركا للباحثين مهمة التعرف بأنفسهم على
المجالات المشككة في فلسفة العلم. ومع ذلك جاءت معالجته للبعض من الموضوعات
التي تناولها مستفيضة بما لا يدع مجالا لاضافة حقيقية من بعده. ولذلك صرح أن
قول عن هذا البحث إنه متميز بالأصالة وأن مؤلفه من أهم المشتغلين بفلسفة
العلوم من الأحياء. ومع ذلك لا يتخلو البحث من صعوبات جمة حاولنا من أجلها.

رقم الإيداع بدار الكتب

١٩٧٦ / ٤٦٥٢

PHILOSOPHY Of The NATURAL SCIENCES

By
CARL HAMPEL



TRANSLATED INTO ARABIC WITH NOTES

By

Dr. JALAL MOUSA

Lecturer Of Philosophy
Faculty Of Arts - Al - Minia

Bibliotheca Alexandrina



0548657



DAR AL - KITAB AL - MASRI

P. O. BOX 156 CAIRO

DAR AL - KITAB ALLUBNAN

P. O. BOX 3176 BEIRUT